

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 3 月 27 日 (27.03.2003)

PCT

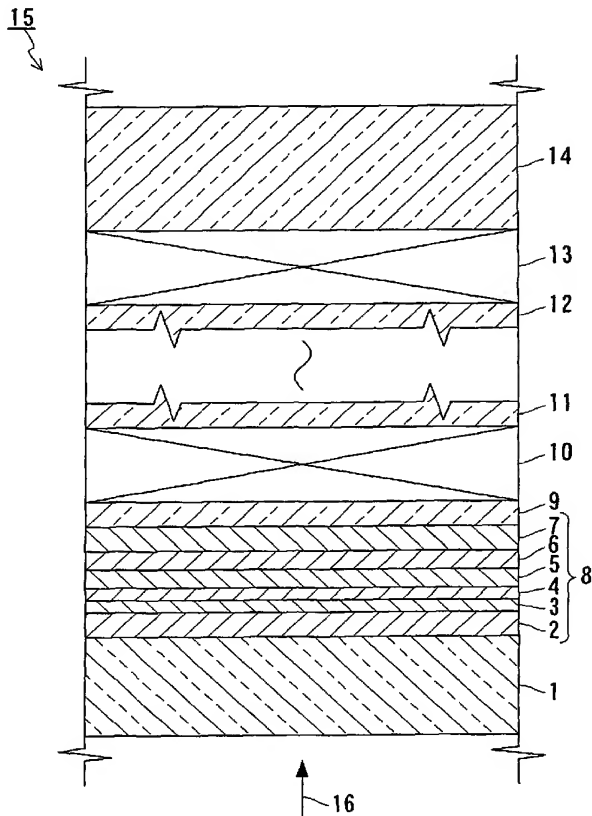
(10) 国際公開番号
WO 03/025922 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 7/24, 7/004, B41M 5/26 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP02/02099 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西原 孝史 (NISHIHARA, Takashi) [JP/JP]; 〒532-0022 大阪府 大阪市 淀川区野中南1丁目4-40-637 Osaka (JP). 児島 理恵 (KOJIMA, Rie) [JP/JP]; 〒571-0030 大阪府 門真市 末広町35番地7号グレースハイム井田402号室 Osaka (JP). 山田 昇 (YAMADA, Noboru) [JP/JP]; 〒573-1104 大阪府枚方市 楠葉丘1-4-2 Osaka (JP).
(22) 国際出願日: 2002 年 3 月 7 日 (07.03.2002)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2001-276281 2001 年 9 月 12 日 (12.09.2001) JP (74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ (IKEUCHI SATO & PARTNER PATENT ATTORNEYS); 〒530-6026 大阪府 大阪市 北区天満橋1丁目8番30号OAPタワー26階 Osaka (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真1006番地 Osaka (JP). (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 光学的情報記録媒体



(57) Abstract: An optical information recording medium for recording and reproducing information by applying a laser beam having a wavelength λ not greater than 450 nm comprises a substrate (14) and a plurality of information layers. A first information layer (8) nearest to the laser beam incident side among the information layers includes a recording layer (4), a reflection layer (6), and a transmittance adjusting layer (7). The transmittance T_{el} (%) of the first information layer (8) at wavelength λ when the recording layer (4) is a crystal phase and the transmittance T_{al} (%) of the first information layer (8) at wavelength λ when the recording layer (4) is an amorphous phase satisfy $46 < T_{el}$ and $46 < T_{al}$. Moreover, the refractive index n_1 and the extinction coefficient k_1 at wavelength λ of the transmittance adjusting layer (7) and the refractive index n_2 and the extinction coefficient k_2 at wavelength λ of the reflection layer (6) satisfy $1.5 \leq (n_1 - n_2)$ and $1.5 \leq (k_2 - k_1)$.

[続葉有]

WO 03/025922 A1



DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

450 nm 以下である波長 λ のレーザビームの照射によって情報の記録および再生を行う光学的情報記録媒体であって、基板 14 と、複数の情報層とを備える。複数の情報層のうちレーザビームの入射側に最も近い第 1 の情報層 8 が、記録層 4、反射層 6 および透過率調整層 7 を含む。そして、記録層 4 が結晶相である場合の第 1 の情報層 8 の波長 λ における透過率 T_{c1} (%) と、記録層 4 が非晶質相である場合の第 1 の情報層 8 の波長 λ における透過率 T_{a1} (%) とが、 $46 < T_{c1}$ 且つ $46 < T_{a1}$ を満たす。また、透過率調整層 7 の波長 λ における屈折率 n_1 および消衰係数 k_1 と、反射層 6 の波長 λ における屈折率 n_2 および消衰係数 k_2 とが、 $1.5 \leq (n_1 - n_2)$ 且つ $1.5 \leq (k_2 - k_1)$ を満たす。

明 細 書

光学的情報記録媒体

技術分野

本発明は、複数の情報層を備え、レーザビームの照射によって光学的
5 に情報の記録、消去、書き換え、または再生を行う光学的情報記録媒体
に関する。

背景技術

レーザビームを用いて情報の記録、消去、書き換え、または再生を行
10 う光学的情報記録媒体として、相変化形の光学的情報記録媒体がある。
相変化形の光学的情報記録媒体では、情報の記録、消去および書き換え
には、その記録層が結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変化を生じる
現象を利用する。一般に、情報を記録する場合は、高パワー（記録パワ
ー）のレーザビームを照射して記録層を熔融して急冷することによって
15 、照射部を非晶質相にして情報を記録する。一方、情報を消去する場合
は、記録時より低パワー（消去パワー）のレーザビームを照射して記録
層を昇温して徐冷することにより、照射部を結晶相にして前の情報を消
去する。従って、相変化形の光学的情報記録媒体では、高パワーレベル
と低パワーレベルとの間でパワーを変調させたレーザビームを記録層に
20 照射することによって、記録されている情報を消去しながら新しい情報
を記録することが可能である（例えば角田義人他「光ディスクストレ
ジの基礎と応用」電気情報通信学会編、1995年、第2章を参照）。

近年、光学的情報記録媒体を大容量化するための技術として、様々な
技術が検討されている。例えば、従来の赤色レーザより波長が短い青紫

色レーザを用いたり、レーザビームが入射する側の基板を薄くして開口数（NA）が大きい対物レンズを使用したりすることによって、レーザビームのスポット径をより小さくして高密度の記録を行う技術が検討されている。また、2つの情報層を備える光学的情報記録媒体を用いて、
5 その片側から入射するレーザビームによって2つの情報層の記録・再生を行う技術も検討されている（特開2000-36130号公報参照）。この技術では、2つの情報層を用いることによって、光学的情報記録媒体の記録容量をほぼ2倍にすることができる。

片側から2つの情報層を記録・再生する光学的情報記録媒体（以下、
10 2層光学的情報記録媒体という場合がある）では、レーザビームの入射側の情報層（以下、第1の情報層という場合がある）を透過したレーザビームを用いて、レーザビームの入射側とは反対側の情報層（以下、第2の情報層という場合がある）の記録・再生を行う。従って、第1の情報層はできるだけ透過率が高いことが好ましい。

15 光学的情報記録媒体では、レーザビームの入射側から記録層と反射層とをこの順序で備える第1の情報層が用いられる場合がある。反射層は、レーザビームの照射によって記録層で発生する熱を拡散させたり、記録層への効率的な光吸収を可能とする。このような第1の情報層の透過率を高くするために、反射層のレーザビームの入射側とは反対側の面に
20 、誘電体からなる透過率調整層を配置した情報層が検討されている（特開2000-222777号公報参照）。

また、第1の情報層におけるレーザビームの透過率を高くするためには、記録層の厚さを極めて薄くする必要がある。しかし、記録層が薄くなると、記録層が結晶化する際に、形成される結晶核が減少し、また、
25 原子の移動できる距離が短くなる。このため、同じ材料であっても結晶化速度が相対的に低下する傾向にある。従って、記録層の厚さが薄いほ

ど結晶相が形成されにくくなり、消去率は低下する。

従来から、記録層の材料（相変化材料）としては、結晶化速度が速く、繰り返し書き換え性能にも優れ、且つ信頼性も高いGe-Sb-Te三元系の材料が用いられてきた。この材料を用いて、コンピュータのデータ記録用の光ディスクや映像記録用の光ディスクが商品化されている。
5 Ge-Sb-Te三元系材料の中でも、GeTe-Sb₂Te₃ライン上の擬二元系組成は結晶化速度が最も速く、記録層が極めて薄い場合でも良好な消去率が得られる。

光学的情報記録媒体の大容量化のためには、青紫色レーザーを使って記録再生を行う2層光学的情報記録媒体の実用化が望まれる。従来よりも短波長のレーザービームを用いたり、従来よりも開口数（NA）が大きい対物レンズを用いることによって、レーザービームのスポット径を小さくでき、より高密度の記録が可能となる。スポット径を小さくして記録を行うためには、小さな記録マークを良好な形状に形成できる光学的情報
10 記録媒体が必要である。スポット径を小さくして記録を行うと、記録層にレーザービームが照射される時間が相対的に短くなるため、小さな記録マークを形成するには、記録層の材料として結晶化速度の速い材料で記録層を形成することが必要となる。また、小さな記録マークでも十分な信号振幅を得るためには、結晶相と非晶質相との間で光学的特性の変化
15 が大きい材料を用いて記録層を形成することが望ましい。

また、青紫色レーザーを用いて記録再生を行う場合には赤色レーザーを用いる場合に比べてレーザー光のエネルギーが大きくなるため、情報層を構成する多層膜による光吸収が大きくなる傾向にある。即ち、青紫色レーザーの波長では、情報層の透過率が小さくなる傾向にある。

25 2層光学的情報記録媒体の場合、前述したように、第1の情報層を透過したレーザービームを用いて、第2の情報層の記録再生を行う。従って

、第2の情報層に情報を記録する際に必要なレーザーパワーは、第2の情報層で要求される記録パワーを第1の情報層の透過率で割った値となる。ここで、第2の情報層が単独で存在する場合に必要な記録パワーを6 mWとし、第1の情報層の透過率を46%以下であると仮定すると、第2の情報層に記録を行うために必要なレーザーパワーは13.0 mW以上である。現在、入手可能な青紫色半導体レーザーのパワーはおよそ50 mWであるが、レンズ等の光学系による損失があるため、光学的情報記録媒体に照射されるパワーは約1/4の12.5 mW程度が限界である。従って、第1の情報層の透過率は46%よりも大きいことが必要となる。

また、発明者らの実験によると、小さなスポット径でも大きな信号振幅を得るためには、記録層の材料であるGeTe-Sb₂Te₃ライン上の擬二元系組成においてGeTeの割合を大きくすると良いことが分かっている。しかしながら、GeTeの割合が多くなるほど融点が高くなる傾向にあるため、非晶質層を形成するために必要とされるレーザーパワー（記録パワー）がより大きくなる。GeTeが多い組成の材料で第2の情報層の記録層を形成した場合、第1の情報層の透過率が46%以下であると、第2の情報層ではレーザーのパワーが足りなかった。その結果、第2の情報層において、飽和した信号振幅を得ることができなかった。

このように、青紫色レーザーを用いる2層光学的情報記録媒体においては、第1の情報層の透過率の向上が重要であり、特に、透過率を46%よりも大きくすることが重要であることがわかった。したがって、青紫色レーザーを用いる2層光学的情報記録媒体の実用化には、青紫色レーザーの波長において透過率が高い第1の情報層が必要である。

このような状況に鑑み、本発明は、複数の情報層を備え、青紫色レー

ザを用いて記録・再生を良好に行うことができる光学的情報記録媒体を提供することを目的とする。

発明の開示

- 5 上記目的を達成するため、本発明の第 1 の光学的情報記録媒体は、4
50 nm以下である波長 λ のレーザビームの照射によって情報の記録および再生を行う光学的情報記録媒体であって、基板と、前記基板上に形成された複数の情報層とを備え、前記複数の情報層のうち前記レーザビームの入射側に最も近い第 1 の情報層が、記録層、反射層および透過率
10 調整層を前記入射側からこの順序で含み、前記記録層が、前記レーザビームの照射によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす層であり、前記記録層が結晶相である場合の前記第 1 の情報層の前記波長 λ における透過率を T_{c1} (%) とし、前記記録層が非晶質相である場合の前記第 1 の情報層の前記波長 λ における透過率を T_{a1} (%) と
15 したときに、前記 T_{c1} と前記 T_{a1} とが、
 $46 < T_{c1}$ 且つ $46 < T_{a1}$
を満たし、

- 前記透過率調整層の前記波長 λ における屈折率および消衰係数をそれぞれ n_1 および k_1 とし、前記反射層の前記波長 λ における屈折率および消衰係数をそれぞれ n_2 および k_2 としたときに、前記 n_1 、前記 k_1 、前記 n_2 および前記 k_2 が、
20 $1.5 \leq (n_1 - n_2)$ 且つ $1.5 \leq (k_2 - k_1)$
を満たす。この第 1 の光学的情報記録媒体によれば、第 1 の情報層の透過率が高く、記録再生特性が良好な多層光学的情報記録媒体が得られる
25 。

また、本発明の第 2 の光学的情報記録媒体は、450 nm以下である

波長 λ のレーザビームの照射によって情報の記録および再生を行う光学的情報記録媒体であって、基板と、前記基板上に形成された複数の情報層とを備え、前記複数の情報層のうち前記レーザビームの入射側に最も近い第1の情報層が、記録層、反射層および透過率調整層を前記入射側からこの順序で含み、前記記録層が、前記レーザビームの照射によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす層であり、前記記録層が結晶相である場合の前記第1の情報層の前記波長 λ における透過率を T_{c1} （％）とし、前記記録層が非晶質相である場合の前記第1の情報層の前記波長 λ における透過率を T_{a1} （％）としたときに、前記 T_{c1} と前記 T_{a1} とが、

$$46 < T_{c1} \quad \text{且つ} \quad 46 < T_{a1}$$

を満たし、前記透過率調整層が Ti の酸化物を主成分とする。この第2の光学的情報記録媒体によれば、第1の情報層の透過率が高く、記録再生特性が良好な多層光学的情報記録媒体が得られる。

上記第1の光学的情報記録媒体では、透過率調整層の屈折率 n_1 および消衰係数 k_1 が、 $2.4 \leq n_1$ 且つ $k_1 \leq 0.1$ を満たしてもよい。この構成によれば、第1の情報層の透過率をさらに高めることができる。

上記第1の光学的情報記録媒体では、反射層の屈折率 n_2 および消衰係数 k_2 が、 $n_2 \leq 2.0$ 且つ $1.0 \leq k_2$ を満たしてもよい。この構成によれば、第1の情報層の反射率をさらに高めることができる。

本発明の光学的情報記録媒体では、前記記録層が結晶相である場合の前記第1の情報層の前記波長 λ における反射率を R_{c1} （％）とし、前記記録層が非晶質相である場合の前記第1の情報層の前記波長 λ における反射率を R_{a1} （％）としたときに、前記 R_{c1} と前記 R_{a1} とが、 $R_{a1} < R_{c1}$ 、且つ、 $0.1 \leq R_{a1} \leq 5$ を満たしてもよい。また、

前記 R_{c1} と前記 R_{a1} とが、 $R_{a1} < R_{c1}$ 、且つ、 $4 \leq R_{c1} \leq 15$ を満たしてもよい。これらの構成によれば、第1の情報層の反射率差 ($R_{c1} - R_{a1}$) を大きくでき、良好な記録再生特性が得られる。

本発明の光学的情報記録媒体では、前記透過率 T_{c1} と、前記透過率 T_{a1} とが、 $-5 \leq (T_{c1} - T_{a1}) \leq 5$ を満たしてもよい。この構成によれば、第1の情報層の記録層の状態に関わらず、その透過率がほぼ均一であるため、第1の情報層以外の情報層において、良好な記録再生特性が得られる。

上記第1の光学的情報記録媒体では、前記透過率調整層が TiO_2 、
 ZrO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Bi_2O_3 、 $Ti-N$ 、 $Zr-N$ 、 $Nb-N$ 、 $Ta-N$ 、 $Si-N$ 、 $Ge-N$ 、 $Cr-N$ 、 $Al-N$ 、 $Ge-Si-N$ 、 $Ge-Cr-N$ および ZnS からなる群より選ばれる少なくとも1つを含んでもよい。この場合、前記透過率調整層の厚さ d_1 と前記波長 λ とが、 $(1/32) \lambda / n_1 \leq d_1 \leq (3/16) \lambda / n_1$ 、または、 $(17/32) \lambda / n_1 \leq d_1 \leq (11/16) \lambda / n_1$ を満たしてもよい。また、前記透過率調整層の厚さ d_1 が、 $5 \text{ nm} \sim 30 \text{ nm}$ 又は $80 \text{ nm} \sim 100 \text{ nm}$ の範囲内であってもよい。これらの構成によれば、第1の情報層の透過率をさらに高めることができる。

本発明の光学的情報記録媒体では、前記記録層が、組成式 $Ge_a Sb_b Te_{3+a}$ (但し、 $0 < a \leq 2.5$ 、 $1.5 \leq b \leq 4$) で表される材料からなるものでもよい。この構成によれば、記録層が薄い場合でも良好な記録再生性能が得られる。

本発明の光学的情報記録媒体では、前記記録層が、組成式 $(Ge-M)_a Sb_b Te_{3+a}$ (但し、 M は Sn および Pb からなる群より選ばれる少なくとも1つの元素であり、 $0 < a \leq 2.5$ 、 $1.5 \leq b \leq 4$)

で表される材料からなるものでもよい。この構成によれば、Ge-Sb-Te 3元系組成のGeを置換したSnまたはPbが結晶化能を向上させ、記録層が極めて薄い場合でも十分な消去率が得られる。

本発明の光学的情報記録媒体では、前記記録層が、組成式 $(Ge_a Sb_b Te_{3+a})_{100-c} M2_c$ (但し、M2はSi、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Se、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、In、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、AuおよびBiからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素であり、 $0 < a \leq 25$ 、 $1.5 \leq b \leq 4$ 、 $0 < c \leq 20$) で表される材料からなるものでもよい。この構成によれば、Ge-Sb-Te 3元系組成に添加した元素M2が記録層の融点及び結晶化温度を上昇させ、記録層の熱的安定性が向上する。

本発明の光学的情報記録媒体では、前記記録層が、組成式 $(Sb_x Te_{100-x})_{100-y} M3_y$ (但し、M3はAg、In、Ge、Sn、Se、Bi、AuおよびMnからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素であり、 $50 \leq x \leq 95$ 、 $0 < y \leq 20$) で表される材料からなるものでもよい。この構成によれば、第1の情報層の反射率差 ($R_{c1} - R_{a1}$) を大きくでき、良好な記録再生特性が得られる。

本発明の光学的情報記録媒体では、前記記録層の厚さが1nm～9nmの範囲内であってもよい。この構成によれば、第1の情報層の透過率をさらに高めることができる。

本発明の光学的情報記録媒体では、前記反射層が、Ag、Au、CuおよびAlからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素を含み、前記反射層の厚さd2が、3nm～15nmの範囲内であってもよい。この構成によれば、熱伝導率が高い反射層が、レーザビームの照射によって第1の情報層、特に記録層において発生する熱を拡散させることができ

る。また、光学的にも、第1の情報層の反射率をさらに高めることができる。

本発明の光学的情報記録媒体では、前記記録層と前記反射層との界面に配置された上側保護層をさらに備え、前記上側保護層が、 TiO_2 、
5 ZrO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Bi_2O_3 、 $C-N$ 、 $Ti-N$ 、 $Zr-N$ 、 $Nb-N$ 、 $Ta-N$ 、 $Si-N$ 、 $Ge-N$ 、 $Cr-N$ 、 $Al-N$ 、 $Ge-Si-N$ 、 $Ge-Cr-N$ 、 ZnS 、 SiC およびCからなる群より選ばれる少なくとも1つを含んでもよい。この場合、前記上側保護層の屈折率 n_3 および厚さ d_3 と、前
10 記波長 λ とが、 $(1/64)\lambda/n_3 \leq d_3 \leq (15/64)\lambda/n_3$ を満たしてもよい。また、前記上側保護層の厚さ d_3 が、 $2\text{nm} \sim 40\text{nm}$ の範囲内であってもよい。これらの構成によれば、第1の情報層における光学特性を調整し、さらに記録層で発生した熱を効果的に拡散させることができる。

15 本発明の光学的情報記録媒体では、前記上側保護層と前記第1の記録層との界面に配置された界面層をさらに備え、前記界面層が $C-N$ 、 $Ti-N$ 、 $Zr-N$ 、 $Nb-N$ 、 $Ta-N$ 、 $Si-N$ 、 $Ge-N$ 、 $Cr-N$ 、 $Al-N$ 、 $Ge-Si-N$ 、 $Ge-Cr-N$ およびCからなる群より選ばれる少なくとも1つを含んでもよい。この構成によれば、繰り返
20 し記録によって生じる上側保護層と記録層との間の物質移動を防止でき、良好な繰り返し記録性能を得ることができる。また、この界面層は記録層の結晶化を促進する機能も有している。

本発明の光学的情報記録媒体では、前記第1の情報層が、前記記録層よりも前記入射側に配置された下側保護層をさらに備えてもよい。この
25 構成によれば、下側保護層が記録層の酸化、腐食および変形等を防止することができる。さらに第1の情報層における光学特性を調整することが

できる。

本発明の光学的情報記録媒体では、前記下側保護層と前記記録層との界面に配置された界面層をさらに備え、前記界面層がC-N、Ti-N、Zr-N、Nb-N、Ta-N、Si-N、Ge-N、Cr-N、Al-N、Ge-Si-N、Ge-Cr-NおよびCからなる群より選ば
5 れる少なくとも1つを含んでもよい。この構成によれば、繰り返し記録によって生じる下側保護層と記録層との間の物質移動を防止でき、良好な繰り返し記録性能を得ることができる。また、この界面層は記録層の結晶化を促進する機能も有している。

10

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の光学的情報記録媒体について一例を模式的に示す一部断面図である。

第2図は、本発明の光学的情報記録媒体について他の一例を模式的に
15 示す一部断面図である。

第3図は、本発明の光学的情報記録媒体の記録・再生に用いられる記録・再生装置の一例を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

20 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態は一例であり、本発明は以下の実施形態に限定されない。また、以下の実施形態では、同一の部分については同一の符号を付して重複する説明を省略する場合がある。

(実施形態1)

25 実施形態1では、本発明の光学的情報記録媒体の一例を説明する。実施形態1の光学的情報記録媒体15（以下、記録媒体15という場合が

ある)の一部断面図を図1に示す。記録媒体15は、複数の情報層を備え、片面からのレーザビーム16の照射によって情報の記録および再生が可能な光学的情報記録媒体である。

記録媒体15は、基板14と、基板14上に光学分離層を介して積層された n 組(n は2以上の自然数)の情報層と、最上部に形成された透明層1とを備える。図1では、光学分離層9、11および12と、第1の情報層8と、第2の情報層10(ハッチングは省略する)と、第 n の情報層13(ハッチングは省略する)とが示されている。第 n の情報層13は、レーザビーム16の光入射側から n 番目の情報層である。第1
10 の情報層8から第($n-1$)の情報層は、光透過形の情報層である。

光学分離層9、11および12といった光学分離層および透明層1は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)や遅効性樹脂といった樹脂、または誘電体等からなる。これらの材料は、使用するレーザビーム16に対する光吸収が小さいことが好ましく、短波長域において光学的に複
15 屈折が小さいことが好ましい。透明層1には、透明な円盤状の薄板を用いてもよい。これらの薄板は、ポリカーボネートやアモルファスポリオレフィンやPMMAといった樹脂、またはガラスで形成することができる。この場合、透明層1は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)や遅効性樹脂といった樹脂によって第1の情報層8の下側保護層2に貼り
20 合わせることができる。

記録媒体15では、その片側からレーザビーム16を照射することによって、すべての情報層に対して情報の記録・再生を行うことができる。第 k の情報層(k は $1 < k \leq n$ を満たす自然数)では、第1~第($k-1$)の情報層を透過したレーザビーム16によって記録・再生が行わ
25 れる。

なお、第1の情報層から第 n の情報層のいずれかを、再生専用タイプ

の情報層（Read Only Memory：ROM）、或いは1回のみ書き込み可能な追記型の情報層（Write Once：WO）としてもよい。

レーザビーム16を集光した際のスポット径は波長 λ に影響を受け、
5 波長 λ が短いほどスポット径を小さくできる。このため、高密度記録の場合、レーザビーム16の波長 λ は450nm以下であることが好ましい。一方、レーザビーム16の波長が350nm未満の場合には、光学分離層や透明層1による光吸収が大きくなってしまう。したがって、レーザビーム16の波長は、350nm～450nmの範囲内であること
10 がより好ましい。

以下、複数の情報層のうちレーザビーム16の入射側に最も近い第1の情報層8について詳細に説明する。第1の情報層8は、レーザビーム16の入射側から順に配置された下側保護層2、下側界面層3、記録層4、上側保護層5、反射層6および透過率調整層7を備える。なお、界面層および保護層の名称に関して、下側とは記録層よりもレーザビーム16の入射側であることを意味し、上側とは記録層に対してレーザビーム16の入射側とは反対側であることを意味する。
15

基板14は、透明で円盤状の基板である。基板14は、例えば、ポリカーボネートやアモルファスポリオレフィンやPMMAといった樹脂、
20 またはガラスで形成できる。基板14の材料としては、転写性・量産性に優れ、低コストであることから、ポリカーボネートが特に好ましい。

基板14の第nの情報層13側の表面には、必要に応じてレーザビームを導くための案内溝が形成されていてもよい。基板14の第nの情報層13側とは反対側の表面は、平滑であることが好ましい。基板14の
25 厚さは、十分な強度が得られるように、且つ記録媒体15の厚さが1200 μ m程度となるように、400 μ m～1200 μ mの範囲内である

ことが好ましい。なお、透明層 1 の厚さが、 $NA = 0.6$ で良好な記録・再生が可能となる $600 \mu m$ 程度の場合、基板 14 の厚さは $550 \mu m \sim 650 \mu m$ の範囲内であることが好ましい。また、透明層 1 の厚さが、 $NA = 0.85$ で良好な記録・再生が可能となる $100 \mu m$ 程度の場合、基板 14 の厚さは $1050 \mu m \sim 1150 \mu m$ の範囲内であることが好ましい。

下側保護層 2 は、誘電体からなる。下側保護層 2 は、記録層 4 の酸化、腐食、変形等を防止する働きと、光学距離を調整して記録層 4 の光吸収効率を高める働きと、記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大きくする働きとを有する。下側保護層 2 には、例えば SiO_x (x は、 $0.5 \sim 2.5$)、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 ZnO 、または $Te-O$ などの酸化物を用いることができる。また、 $C-N$ 、 $Si-N$ 、 $Al-N$ 、 $Ti-N$ 、 $Ta-N$ 、 $Zr-N$ 、 $Ge-N$ 、 $Cr-N$ 、 $Ge-Si-N$ 、 $Ge-Cr-N$ などの窒化物を用いることもできる。また、 ZnS などの硫化物や SiC などの炭化物を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。 ZnS と SiO_2 との混合物である $ZnS-SiO_2$ は、非晶質材料で、屈折率が高く、成膜速度が速く、機械特性および耐湿性が良好である。そのため、 $ZnS-SiO_2$ は、下側保護層 2 の材料として特に優れている。

下側保護層 2 の厚さは、記録層 4 が結晶相である場合とそれが非晶質相である場合の反射光量の変化が大きく、且つ第 1 の情報層 8 の透過率が大きくなる条件を満足するように決定される。具体的には、下側保護層 2 の厚さは、マトリクス法（例えば久保田広著「波動光学」岩波書店、1971 年、第 3 章を参照）に基づく計算によって決定することができる。

上側保護層 5 は、光学距離を調整して記録層 4 の光吸収効率を高める働きと、記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大きくする働きとを有する。上側保護層 5 には、例えば TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Bi_2O_3 などの酸化物を用いることができる。また、 C-N 、 Ti-N 、 Zr-N 、 Nb-N 、 Ta-N 、 Si-N 、 Ge-N 、 Cr-N 、 Al-N 、 Ge-Si-N 、 Ge-Cr-N などの窒化物を用いることもできる。また、 ZnS などの硫化物や、 SiC などの炭化物、または C （炭素）を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。上側保護層 5 に窒化物を用いることによって、記録層 4 の結晶化を促進する働きが得られる。上記材料の中でも、 Ge-N を含む材料は、反応性スパッタリング法で形成し易く、機械特性および耐湿性に優れている。この中でも、特に Ge-Si-N や Ge-Cr-N といった複合窒化物が好ましい。また、 ZnS と SiO_2 との混合物である ZnS-SiO_2 は、非晶質材料で、屈折率が高く、成膜速度が速く、機械特性および耐湿性が良好である。そのため、 ZnS-SiO_2 も上側保護層 5 の材料として優れている。

上側保護層 5 の厚さ d_3 と、上側保護層 5 の屈折率 n_3 と、レーザビーム 16 の波長 λ とは、 $(1/64)\lambda/n_3 \leq d_3 \leq (15/64)\lambda/n_3$ を満たすことが好ましく、 $(1/64)\lambda/n_3 \leq d_3 \leq (1/8)\lambda/n_3$ を満たすことがより好ましい。たとえば、波長 λ と n_3 とを $350\text{ nm} \leq \lambda \leq 450\text{ nm}$ 且つ $1.5 \leq n_3 \leq 3.0$ の範囲内で選択した場合には、 $2\text{ nm} \leq d_3 \leq 70\text{ nm}$ であることが好ましく、 $2\text{ nm} \leq d_3 \leq 40\text{ nm}$ であることがより好ましい。 d_3 をこの範囲内で選ぶことによって、記録層 4 で発生した熱を効果的に反射層 6 側に拡散させることができる。

透過率調整層 7 は誘電体からなり、第 1 の情報層 8 の透過率を調整する機能を有する。この透過率調整層 7 によって、記録層 4 が結晶相である場合の第 1 の情報層 8 の透過率 T_{c1} (%) と、記録層 4 が非晶質相である場合の第 1 の情報層 8 の透過率 T_{a1} (%) とを共に高くすることが
 5 ことができる。具体的には、透過率調整層 7 を備える第 1 の情報層 8 では、透過率調整層 7 が無い場合に比べて、2%～10%程度透過率が上昇する。また、透過率調整層 7 は、記録層 4 で発生した熱を効果的に拡散させる機能も有する。

透過率調整層 7 の屈折率 n_1 および消衰係数 k_1 は、第 1 の情報層 8
 10 の透過率 T_{c1} および T_{a1} を高める作用をより大きくするため、 $2.4 \leq n_1$ 且つ $k_1 \leq 0.1$ を満たすことが好ましく、 $2.4 \leq n_1 \leq 3.0$ 且つ $k_1 \leq 0.05$ を満たすことがより好ましい。

透過率調整層 7 の厚さ d_1 および屈折率 n_1 と、レーザービーム 16 の波長 λ とは、 $(1/32)\lambda/n_1 \leq d_1 \leq (3/16)\lambda/n_1$ 又は
 15 $(17/32)\lambda/n_1 \leq d_1 \leq (11/16)\lambda/n_1$ を満たすことが好ましく、 $(1/16)\lambda/n_1 \leq d_1 \leq (5/32)\lambda/n_1$ 又は $(9/16)\lambda/n_1 \leq d_1 \leq (21/32)\lambda/n_1$ を満たすことがより好ましい。たとえば、波長 λ と n_1 とを、 $350\text{ nm} \leq \lambda \leq 450\text{ nm}$ 且つ $2.4 \leq n_1 \leq 3.0$ の範囲内で選択した場合には、 $3\text{ nm} \leq$
 20 $d_1 \leq 35\text{ nm}$ 又は $60\text{ nm} \leq d_1 \leq 130\text{ nm}$ であることが好ましく、 $5\text{ nm} \leq d_1 \leq 30\text{ nm}$ 又は $80\text{ nm} \leq d_1 \leq 100\text{ nm}$ であることがより好ましい。 d_1 をこの範囲内で選ぶことによって、第 1 の情報層 8 の透過率 T_{c1} および T_{a1} を共に高くすることができる。

透過率調整層 7 には、例えば TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5
 25 、 Ta_2O_5 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Bi_2O_3 などの酸化物を用いることができる。また、 Ti-N 、 Zr-N 、 Nb-N 、 Ta-N 、 Si-N

N、Ge-N、Cr-N、Al-N、Ge-Si-N、Ge-Cr-Nなどの窒化物を用いることもできる。また、ZnSなどの硫化物を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。これらの中でも、特にTiO₂またはTiO₂を含む材料を用いることが好ましい。これらの材料は、波長400nm近傍で屈折率が大きく（ $n_1 = 2.5 \sim 2.8$ ）、消衰係数も小さい（ $k_1 = 0.0 \sim 0.05$ ）ため、第1の情報層8の透過率を高める作用が大きくなる。TiO₂を主成分とする材料で透過率調整層7を形成する場合、TiO₂の含有率は、50mol%以上であることが好ましい。

10 下側界面層3は、繰り返し記録によって生じる下側保護層2と記録層4との間の物質移動を防止する働きがある。下側界面層3には、例えばC-N、Ti-N、Zr-N、Nb-N、Ta-N、Si-N、Ge-N、Cr-N、Al-N、Ge-Si-N、Ge-Cr-Nなどの窒化物、CrO₂などの酸化物、もしくはこれらの系を含む窒化酸化物を用いることができる。また、C（炭素）を用いることもできる。これらの中
15 中でも、Ge-Nを含む材料は反応性スパッタリングで形成し易く、機械特性および耐湿性に優れた界面層を形成できる。特に、Ge-Si-NやGe-Cr-Nといった複合窒化物が好ましい。界面層が厚いと、第1の情報層8の反射率や吸収率が大きく変化して記録・消去性能に影響を与える。従って、界面層の厚さは1nm～10nmの範囲内である
20 ことが望ましく、2nm～5nmの範囲内にあることがより好ましい。

記録媒体15は、記録層4と上側保護層5との間の界面に配置された上側界面層を備えてもよい。この場合、上側界面層には、下側界面層3について説明した材料を用いることができる。また、下側界面層3と同
25 様の理由により、上側界面層の厚さは1nm～10nm（より好ましくは2nm～5nm）の範囲内であることが好ましい。

上側保護層 5 と反射層 6 との間、および反射層 6 と透過率調整層 7 との間には、界面層を配置してもよい。これらの界面層は、特に、高温高湿の環境下や記録時における、上側保護層 5 と反射層 6 との間、および反射層 6 と透過率調整層 7 との間の物質移動を防止する働きがある。これらの界面層には、下側界面層 3 について説明した材料を用いることができる。また、下側界面層 3 と同様の理由により、これらの界面層の厚さは $1\text{ nm} \sim 10\text{ nm}$ （より好ましくは $2\text{ nm} \sim 5\text{ nm}$ ）の範囲内であることが好ましい。

記録層 4 は、レーザビーム 16 の照射によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす材料からなる。記録層 4 は、例えば Ge と Sb と Te とを含む材料で形成できる。具体的には、記録層 4 は、組成式 $\text{Ge}_a\text{Sb}_b\text{Te}_{3+a}$ で表される材料で形成できる。この材料は、非晶質相が安定で信号振幅が大きくなるように、および融点の上昇と結晶化速度の低下とが小さくなるように、 $0 < a \leq 2.5$ （より好ましくは $4 \leq a \leq 2.3$ ）を満たすことが好ましい。また、この材料は、非晶質相が安定で信号振幅が大きくなるように、および結晶化速度の低下が小さくなるように、 $1.5 \leq b \leq 4$ （より好ましくは $1.5 \leq b \leq 3$ ）を満たすことが好ましい。

また、記録層 4 は、組成式 $(\text{Ge} - \text{M}1)_a\text{Sb}_b\text{Te}_{3+a}$ （但し、M1 は Sn および Pb からなる群より選ばれる少なくとも 1 つの元素）で表される材料で形成してもよい。この組成式は、Ge と元素 M1 とが合計で $100 \cdot a / (3 + 2a + b)$ 原子%だけ含まれることを意味している。この材料の組成は、組成式 $\text{Ge}_a\text{Sb}_b\text{Te}_{3+a}$ で表される材料の Ge の一部を元素 M1 で置換した組成である。この材料を用いた場合、Ge を置換した元素 M1 が結晶化能を向上させるため、記録層 4 が極めて薄い場合でも十分な消去率が得られる。元素 M1 としては、毒性

がない点でS nがより好ましい。この材料でも、 $0 < a \leq 2.5$ （より好ましくは $4 \leq a \leq 2.3$ ）且つ $1.5 \leq b \leq 4$ （より好ましくは $1.5 \leq b \leq 3$ ）を満たすことが好ましい。

また、記録層4は、組成式 $(Ge_a Sb_b Te_{3+a})_{100-c} M2_c$ （但し、M2はSi、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Se、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、In、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、AuおよびBiからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素）で表される材料で形成してもよい。この材料の組成は、組成式 $Ge_a Sb_b Te_{3+a}$ で表される材料に元素M2を添加した組成である。この場合、添加された元素M2が記録層の融点および結晶化温度を上昇させるため、記録層の熱的安定性を向上できる。この材料は、結晶化速度の低下を少なくするため $0 < c \leq 2.0$ を満たすことが好ましく、 $2 \leq c \leq 1.0$ を満たすことがより好ましい。また、この材料は、 $0 < a \leq 2.5$ （より好ましくは $4 \leq a \leq 2.3$ ）且つ $1.5 \leq b \leq 4$ （より好ましくは $1.5 \leq b \leq 3$ ）を満たすことが好ましい。

また、記録層4は、組成式 $(Sb_x Te_{100-x})_{100-y} M3_y$ （但し、M3はAg、In、Ge、Sn、Se、Bi、AuおよびMnからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素）で表される材料で形成してもよい。この材料は、 $Sb_{70} Te_{30}$ 共晶組成近傍のSb-Te合金に元素M3を加えることによって得られる。xおよびyが、 $5.0 \leq x \leq 9.5$ 、および $0 < y \leq 2.0$ を満たす場合には、記録層4が極めて薄くても、第1の情報層8の反射率差 $(R_{c1} - R_{a1})$ を大きくでき、良好な記録・再生特性が得られる。

$6.5 \leq x$ の場合には、結晶化速度が特に速く、特に良好な消去率が得られる。また、 $8.5 \leq x$ の場合には、非晶質化が困難となる。従って、 $6.5 \leq x \leq 8.5$ であることがより好ましい。また、良好な記録・再生性

能を得るためには、結晶化速度を調整するために元素M 3を添加することが好ましい。yは、 $1 \leq y \leq 10$ を満たすことがより好ましい。y ≤ 10 の場合には、複数の相が現れることを抑制できるため、繰り返し記録によって生じる特性劣化を抑制できる。

- 5 記録・再生のために必要なレーザ光量を第1の情報層8以外の情報層に到達させるためには、記録層4の厚さをなるべく薄くして第1の情報層8の透過率を高くする必要がある。例えば、組成式 $Ge_a Sb_b Te_{3+a}$ 、 $(Ge-M1)_a Sb_b Te_{3+a}$ で表される材料、または組成式 $(Ge_a Sb_b Te_{3+a})_{100-c} M2_c$ で表される材料で記録層4を形成し
- 10 た場合には、記録層4の厚さは3 nm～9 nm（より好ましくは4 nm～8 nm）の範囲内であることが好ましい。同様に、組成式 $(Sb_x Te_{100-x})_{100-y} M3_y$ で表される材料で記録層4を形成した場合には、記録層4の厚さは1 nm～7 nm（より好ましくは2 nm～6 nm）の範囲内であることが好ましい。
- 15 反射層6は、記録層4に吸収される光量を増大させるという光学的な機能を有する。また、反射層6は、記録層4で生じた熱を速やかに拡散させ、記録層4を非晶質化し易くするという熱的な機能も有する。さらに、反射層6は、使用する環境から多層膜を保護するという機能も有する。
- 20 反射層6の材料には、例えばAg、Au、CuまたはAlといった熱伝導率の高い単体金属を用いることができる。また、これらの金属元素の1つまたは複数を主成分とし、耐湿性の向上または熱伝導率の調整等のために1つまたは複数の他の元素を添加した合金を用いることができる。具体的には、Al-Cr、Al-Ti、Au-Pd、Au-Cr、
- 25 Ag-Pd、Ag-Pd-Cu、Ag-Pd-Ti、Ag-Ru-Au、またはCu-Siといった合金を用いることができる。これらの合金

は、いずれも耐食性に優れ且つ急冷条件を満足する優れた材料である。特にA g合金は、熱伝導率が大きく、光の透過率も高いため、反射層6の材料として好ましい。

5 反射層6の屈折率 n_2 および消衰係数 k_2 は、第1の情報層8の透過率をより大きくするため、 $n_2 \leq 2.0$ 且つ $1.0 \leq k_2$ を満たすことが好ましく、 $0.1 \leq n_2 \leq 1.0$ 且つ $1.5 \leq k_2 \leq 4.0$ を満たすことがより好ましい。

10 第1の情報層8の透過率 T_{c1} および T_{a1} をできるだけ高くするため、反射層6の厚さは3 nm～15 nmの範囲内であることが好ましく、8 nm～12 nmの範囲内であることがより好ましい。反射層6の厚さが3 nmより薄い場合には、その熱拡散機能が不十分となり、且つ第1の情報層8の反射率が2～3%低下する。また、反射層6が15 nmより厚い場合には、第1の情報層8の透過率が不十分となる。

15 透過率調整層7の屈折率 n_1 および消衰係数 k_1 と、反射層6の屈折率 n_2 および消衰係数 k_2 とは、 $1.5 \leq (n_1 - n_2) \leq 3.0$ 且つ $1.5 \leq (k_2 - k_1) \leq 4.0$ を満たすことが好ましく、 $2.0 \leq (n_1 - n_2) \leq 3.0$ 且つ $1.5 \leq (k_2 - k_1) \leq 3.0$ を満たすことがより好ましい。この関係を満たす場合には、反射層6よりも屈折率が大きく且つ消衰係数が小さい透過率調整層7に光が閉じこめられて、
20 光の干渉効果が大きくなるため、第1の情報層8の透過率を高めることができる。例えば、 TiO_2 からなる透過率調整層7と、A g合金からなる反射層6とを用いた場合、波長405 nmにおいて、 $n_1 = 2.7$ 、 $k_1 = 0.0$ 、 $n_2 = 0.2$ 、 $k_2 = 2.0$ である。この場合、 $(n_1 - n_2) = 2.5$ 、 $(k_2 - k_1) = 2.0$ となり、上記関係を満た
25 している。

光学分離層9、11および12は、それぞれ、第1の情報層8、第2

の情報層 10 および第 n の情報層 13 のフォーカス位置を区別するための層である。光学分離層 9、11 および 12 の厚さは、対物レンズの開口数 NA とレーザビーム 16 の波長 λ によって決定される焦点深度 ΔZ 以上であることが必要である。焦光点の強度の基準を無収差の場合の 80 % であると仮定した場合、 ΔZ は $\Delta Z = \lambda / \{2 (NA)^2\}$ で近似できる。 $\lambda = 400 \text{ nm}$ 、 $NA = 0.6$ の時、 $\Delta Z = 0.556 \mu\text{m}$ となり、 $\pm 0.6 \mu\text{m}$ 以内は焦点深度内となる。そのため、この場合には、光学分離層 9、11 および 12 の厚さは、 $1.2 \mu\text{m}$ 以上であることが必要である。第 1 の情報層 8 と第 n の情報層 13 との間の距離は、対物レンズを用いてレーザビーム 16 を集光することが可能な範囲となるようにすることが望ましい。従って、すべての光学分離層の厚さの合計は、対物レンズが許容できる公差内（例えば $50 \mu\text{m}$ 以下）にすることが好ましい。

光学分離層 9、11 および 12 の表面のうちレーザビーム 16 の入射側の表面には、必要に応じてレーザビームを導くための案内溝が形成されていてもよい。

記録・再生に必要なレーザ光量を、第 1 の情報層 8 以外の情報層に到達させるために、第 1 の情報層 8 の透過率 T_{c1} および T_{a1} は、 $46 < T_{c1}$ 且つ $46 < T_{a1}$ を満たすことが好ましく、 $48 \leq T_{c1}$ 且つ $48 \leq T_{a1}$ を満たすことがより好ましい。

第 1 の情報層 8 の透過率 T_{c1} および T_{a1} は、 $-5 \leq (T_{c1} - T_{a1}) \leq 5$ を満たすことが好ましく、 $-3 \leq (T_{c1} - T_{a1}) \leq 3$ を満たすことがより好ましい。 T_{c1} および T_{a1} がこの条件を満たすことによって、第 1 の情報層 8 以外の情報層の記録・再生の際に、記録層 4 の状態による第 1 の情報層 8 の透過率の変化の影響が小さく、良好な記録・再生特性が得られる。

第1の情報層8の反射率 R_{c1} および R_{a1} は、 $R_{a1} < R_{c1}$ を満たすことが好ましい。この構成によれば、情報が記録されていない初期の状態（結晶相）の反射率が高いため、安定に記録・再生動作を行うことができる。また、反射率差（ $R_{c1} - R_{a1}$ ）を大きくして良好な記録再生特性が得られるように、 R_{c1} と R_{a1} とは、 $0.1 \leq R_{a1} \leq 5$ 又は $4 \leq R_{c1} \leq 15$ を満たすことが好ましく、 $0.5 \leq R_{a1} \leq 3$ 又は $4 \leq R_{c1} \leq 10$ を満たすことがより好ましい。

実施形態1の記録媒体15は、実施形態3で説明する方法によって製造できる。

10 （実施形態2）

実施形態2では、実施形態1で説明した本発明の光学的情報記録媒体のうち、 $n=2$ 、即ち2つの情報層を備える光学的情報記録媒体の一例について説明する。実施形態2の記録媒体25の一部断面図を図2に示す。光学的情報記録媒体25（以下、記録媒体25という場合がある）
15 は、その片面からのレーザビーム16の照射によって情報の記録・再生が可能な光学的情報記録媒体である。

記録媒体25は、基板14と、基板14上に順次積層された第2の情報層24、光学分離層9、第1の情報層8および透明層1とを備える。基板14、光学分離層9、第1の情報層8、および透明層1には、実施
20 形態1で説明したものをを用いることができる。それらの材料、形状および機能は、実施形態1で説明した材料、形状および機能と同様である。

以下、第2の情報層24の構成について詳細に説明する。第2の情報層24は、レーザビーム16の入射側から順に配置された第2下側保護層17、第2下側界面層18、第2記録層19、第2上側界面層20、
25 第2上側保護層21、第2金属層22および第2反射層23を備える。第2の情報層24では、透明層1、第1の情報層8および光学分離層9

を透過したレーザビーム 16 によって記録・再生が行われる。

第 2 下側保護層 17 は、下側保護層 2 と同様に、誘電体からなる。この第 2 下側保護層 17 は、第 2 記録層 19 の酸化、腐食および変形を防止する働きと、光学距離を調整して第 2 記録層 19 の光吸収効率を高める働きと、記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大きくする働きとを有する。第 2 下側保護層 17 には、下側保護層 2 の場合と同様に、例えば SiO_x (但し、 x は、 $0.5 \sim 2.5$)、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 ZnO 、 $\text{Te}-\text{O}$ などの酸化物を用いることができる。また、 $\text{C}-\text{N}$ 、 $\text{Si}-\text{N}$ 、 $\text{Al}-\text{N}$ 、 $\text{Ti}-\text{N}$ 、 $\text{Ta}-\text{N}$ 、 $\text{Zr}-\text{N}$ 、 $\text{Ge}-\text{N}$ 、 $\text{Cr}-\text{N}$ 、 $\text{Ge}-\text{Si}-\text{N}$ 、 $\text{Ge}-\text{Cr}-\text{N}$ などの窒化物を用いることもできる。また、 ZnS などの硫化物や SiC などの炭化物を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。下側保護層 2 の場合と同様に、 $\text{ZnS}-\text{SiO}_2$ は第 2 下側保護層 17 の材料として特に優れている。

第 2 下側保護層 17 の厚さは、下側保護層 2 の場合と同様に、第 2 記録層 19 の結晶相である場合とそれが非晶質相である場合の反射光量の変化が大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。この厚さは、例えばマトリクス法に基づく計算により決定できる。

第 2 上側保護層 21 には、上側保護層 5 の場合と同様に、光学距離を調整して第 2 記録層 19 の光吸収効率を高める働きと、記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大きくする働きとを有する。第 2 上側保護層 21 には、上側保護層 5 の場合と同様に、例えば TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Bi_2O_3 などの酸化物を用いることができる。また、 $\text{C}-\text{N}$ 、 $\text{Ti}-\text{N}$ 、 $\text{Zr}-\text{N}$ 、 $\text{Nb}-\text{N}$ 、 $\text{Ta}-\text{N}$ 、 $\text{Si}-\text{N}$ 、 $\text{Ge}-\text{N}$ 、 $\text{Cr}-\text{N}$ 、 $\text{Al}-\text{N}$ 、 $\text{Ge}-\text{Si}-\text{N}$ 、 $\text{Ge}-\text{Cr}-\text{N}$ などの窒化物を用いることもできる。

。また、ZnSなどの硫化物や、SiCなどの炭化物、およびCを用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。第2上側保護層21に窒化物を用いる場合には、第2記録層19の結晶化を促進する効果が得られる。これらの材料の中でもGe-Nを含む材料は
5 優れた材料であり、特にGe-Si-N、Ge-Cr-Nといった複合窒化物が好ましい。また、ZnS-SiO₂も、上側保護層5の場合と同様に、第2上側保護層21の材料として優れている。

第2下側界面層18は、繰り返し記録によって生じる、第2下側保護層17と第2記録層19との間の物質移動を防止する働きがある。第2
10 下側界面層18には、下側界面層3の場合と同様に、例えばC-N、Ti-N、Zr-N、Nb-N、Ta-N、Si-N、Ge-N、Cr-N、Al-N、Ge-Si-N、Ge-Cr-Nなどの窒化物、もしくはこれらの系を含む窒化酸化物を用いることができる。また、C（炭素）を用いることもできる。これらの中でも、Ge-Nを含む材料は優れた界面層であり、特にGe-Si-N、Ge-Cr-Nといった複合窒
15 化物が好ましい。界面層が厚いと、第2の情報層24の反射率や吸収率が大きく変化して記録・消去性能に影響を与える。従って、界面層の厚さは、1nm～10nmの範囲内であることが望ましく、2nm～5nmの範囲内であることがより好ましい。

20 記録媒体25は、図2に示すように、第2記録層19と第2上側保護層21との間の界面に配置された第2上側界面層20を備えてもよい。第2上側界面層20は、第2下側界面層18について説明した材料で形成できる。その厚さは、第2下側界面層18と同様の理由で、1nm～10nm（より好ましくは2nm～5nm）の範囲内であることが好ま
25 しい。

第2記録層19は、記録層4の場合と同様に、レーザービーム16の照

射によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす材料からなる。第2記録層19は、記録層4について説明した材料で形成できる。なお、記録層4と第2記録層19とは、同じ材料で形成してもよいし、異なる材料で形成してもよい。第2記録層19は、例えば、GeとSbとTeの3元素を含む材料で形成できる。具体的には、第2記録層19は、記録層4と同様に、 $Ge_a Sb_b Te_{3+a}$ で表される材料で形成できる。この材料は、非晶質相が安定で信号振幅が大きくなるように、および融点の上昇と結晶化速度の低下が少なくなるように、 $0 < a \leq 2.5$ を満たすことが好ましく、 $4 \leq a \leq 2.3$ を満たすことがより好ましい。また、この材料は、非晶質相が安定で信号振幅が大きくなるように、および結晶化速度の低下が少なくなるように、 $1.5 \leq b \leq 4$ を満たすことが好ましく、 $1.5 \leq b \leq 3$ を満たすことがより好ましい。

また、第2記録層19は、記録層4と同様に、組成式 $(Ge - M1)_a Sb_b Te_{3+a}$ （但し、M1はSnおよびPbからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素）で表される材料で形成してもよい。この材料を用いた場合、Geを置換した元素M1が結晶化能を向上させるため、第2記録層19の厚さが薄い場合でも十分な消去率が得られる。元素M1としては、毒性がない点でSnがより好ましい。この材料は、 $0 < a \leq 2.5$ （より好ましくは $4 \leq a \leq 2.3$ ）、且つ $1.5 \leq b \leq 4$ （より好ましくは $1.5 \leq b \leq 3$ ）を満たすことが好ましい。

また、第2記録層19は、記録層4と同様に、組成式 $(Ge_a Sb_b Te_{3+a})_{100-c} M2_c$ （但し、M2はSi、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Se、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、In、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、AuおよびBiからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素）で表される材料で形成してもよい。この場合、添加された元素M2が記録層の融点および結晶化

温度を上昇させるため、記録層の熱的安定性を向上できる。この材料は、 $0 < c \leq 20$ を満たすことが好ましく、 $2 \leq c \leq 10$ を満たすことがより好ましい。また、この材料は、 $0 < a \leq 25$ （より好ましくは $4 \leq a \leq 23$ ）、且つ $1.5 \leq b \leq 4$ （より好ましくは $1.5 \leq b \leq 3$ ）を

5 満たすことが好ましい。

また、第2記録層19は、組成式 $(Sb_xTe_{100-x})_{100-y}M_3y$ （但し、M3はAg、In、Ge、Sn、Se、Bi、AuおよびMnからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素）で表される材料で形成してもよい。xおよびyが、 $50 \leq x \leq 95$ 、および $0 < y \leq 20$ を満たす場合には、第2記録層19が結晶相の場合と非晶質相の場合との間の第2の情報層24の反射率差を大きくでき、良好な記録・再生特性が得られる。 $65 \leq x$ の場合には、結晶化速度が特に速く、特に良好な消去率が得られる。また、 $85 \leq x$ の場合には、非晶質化が困難となる。従って、 $65 \leq x \leq 85$ であることがより好ましい。また、良好な記録

10 再生性能を得るためには結晶化速度を調整するために元素M3を添加することが好ましい。yは、 $1 \leq y \leq 10$ を満たすことがより好ましい。y ≤ 10 の場合には、複数の相が現れることを抑制できるため、繰り返し記録によって生じる特性劣化を抑制できる。

第2記録層19の厚さは、第2の情報層24の記録感度を高くするため、6nm～20nmの範囲内であることが好ましい。この範囲内においても、第2記録層19が厚い場合には熱の面内方向への拡散による隣接領域への熱的影響が大きくなる。また、第2記録層19が薄い場合には第2の情報層24の反射率が小さくなる。従って、第2記録層19の厚さは、9nm～15nmの範囲内であることがより好ましい。

20

第2反射層23は、反射層6と同様の機能を有する。第2反射層23は、第2記録層19に吸収される光量を増大させるという光学的な機能

25

を有する。また、第2反射層23は、第2記録層19で生じた熱を速やかに拡散させ、第2記録層19を非晶質化し易くするという熱的な機能も有する。さらに、第2反射層23は、使用する環境から多層膜を保護するという機能も有する。

- 5 第2反射層23の材料には、反射層6の場合と同様に、例えばAg、Au、CuまたはAlといった熱伝導率が高い単体金属を用いることができる。具体的には、Al-Cr、Al-Ti、Au-Pd、Au-Cr、Ag-Pd、Ag-Pd-Cu、Ag-Pd-Ti、Ag-Ru-AuまたはCu-Siといった合金を用いることができる。特にAg合金は、熱伝導率が大きいため、第2反射層23の材料として好ましい。
- 10 第2の情報層24は、高い透過率を必要としないため、第2反射層23の厚さは、十分な熱拡散機能が得られる30nm以上であることが好ましい。この範囲内においても、第2反射層23が200nmより厚い場合には、その熱拡散機能が大きくなりすぎて第2の情報層24の記録感
- 15 度が低下する。従って、第2反射層23の厚さは30nm～200nmの範囲内であることがより好ましい。

- 記録媒体25は、図2に示すように、第2上側保護層21と第2反射層23との間の界面に配置された第2金属層22を備えてもよい。この場合、第2金属層22には、第2反射層23より熱伝導率の低い材料を用いるとよい。たとえば、第2反射層23にAg合金を用いた場合には、第2金属層22にはAl合金を用いることが好ましい。第2の金属層22の厚さは、3nm～100nm（より好ましくは10nm～50nm）の範囲内であることが好ましい。

- 実施形態2の記録媒体25は、実施形態4で説明する方法によって製造できる。

（実施形態3）

実施形態 3 では、本発明の記録媒体 1 5 の製造方法について説明する。まず、基板 1 4（厚さが例えば $1100\text{ }\mu\text{m}$ ）上に、 $(n-1)$ 層の情報層を光学分離層を介して順次積層する。情報層は、単層膜または多層膜からなり、それらの各層は、成膜装置内で材料となる母材を順次スパッタリングすることによって形成できる。また、光学分離層は、光硬化性樹脂（特に紫外線硬化性樹脂）または遅効性樹脂を情報層上に塗布し、基板 1 4 を回転させて樹脂を均一に延ばし（スピンコート）たのち、樹脂を硬化させることによって形成できる。なお、光学分離層がレーザービーム 1 6 の案内溝を備える場合には、情報層上に樹脂を塗布したのち、溝が形成された基板（型）を硬化前の樹脂に密着させる。次に、基板 1 4 と密着させた型とを共に回転させることによって樹脂を均一に延ばしたのち、樹脂を硬化させる。その後、基板（型）をはがすことによって案内溝が形成された光学分離層を形成できる。

このようにして、基板 1 4 上に光学分離層を介して $(n-1)$ 層の情報層を積層した後、さらに光学分離層 9 を形成する。続いて、光学分離層 9 上に第 1 の情報層 8 を形成する。具体的には、まず、光学分離層 9 を形成した基板 1 4 を成膜装置内に配置し、光学分離層 9 上に透過率調整層 7 を成膜する。透過率調整層 7 は、Ar ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で、透過率調整層 7 を構成する金属からなる母材を反応性スパッタリングすることによって形成できる。また、透過率調整層 7 は、Ar ガス雰囲気中、または Ar ガスと反応ガス（酸素ガスおよび窒素ガス）からなる群より選ばれる少なくとも 1 つのガス）との混合ガス雰囲気中で化合物からなる母材をスパッタリングすることによっても形成できる。

25 続いて、透過率調整層 7 上に、反射層 6 を成膜する。反射層 6 は、Ar ガス雰囲気中、または Ar ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で、

反射層 6 を構成する金属または合金からなる母材を、スパッタリングすることによって形成できる。

続いて、反射層 6 上に、上側保護層 5 を成膜する。上側保護層 5 は、A r ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で、上側保護層 5 を構成する
5 金属からなる母材を反応性スパッタリングすることによって形成できる。また、上側保護層 5 は、A r ガス雰囲気中、または A r ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で化合物からなる母材をスパッタリングすることによっても形成できる。

続いて、上側保護層 5 上に、記録層 4 を成膜する。記録層 4 は、その
10 組成に応じて、G e - S b - T e 合金からなる母材、または G e - S b - T e - M 1 合金からなる母材、または G e - S b - T e - M 2 合金からなる母材、または S b - T e - M 3 合金からなる母材を、1 つの電源を用いて、スパッタリングすることによって形成できる。

スパッタリングの雰囲気ガス（スパッタリングガス）には、A r ガス
15 、K r ガス、A r ガスと反応ガス（酸素ガスおよび窒素ガスからなる群より選ばれる少なくとも 1 つのガス）との混合ガス、または K r ガスと反応ガスとの混合ガスを用いることができる。また、記録層 4 は、G e 、S b 、T e 、M 1 、M 2 、または M 3 の各々の母材を複数の電源を用いて同時にスパッタリングすることによって形成することもできる。また、記録層 1 9 は、G e 、S b 、T e 、M 1 、M 2 、または M 3 のうち
20 いずれかの元素を組み合わせた 2 元系母材や 3 元系母材などを、複数の電源を用いて同時にスパッタリングすることによって形成することもできる。これらの場合でも、A r ガス雰囲気中、K r ガス雰囲気中、A r ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中、または K r ガスと反応ガスとの
25 混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成する。

実施形態 1 で説明したように、記録層 4 の厚さは 1 n m ~ 9 n m の範

囲内であることが好ましく、4 nm～8 nmの範囲内であることがより好ましい。記録層4の成膜レートは、電源の投入パワーで制御できる。成膜レートを下げすぎた場合には、成膜時間が長くなることに加え、雰囲気中のガスが必要以上に記録層中に混入してしまう。また、成膜レートを上げすぎた場合には、成膜時間を短くできるが、層厚を正確に制御することが難しくなる。従って、記録層4の成膜レートは、0.1 nm/秒～3 nm/秒の範囲内であることが好ましい。

続いて、記録層4上に、必要に応じて下側界面層3を成膜する。下側界面層3は、Arガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で、下側界面層3を構成する金属からなる母材を反応性スパッタリングすることによって形成できる。また、下側界面層3は、Arガス雰囲気中、またはArガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で化合物からなる母材をスパッタリングすることによっても形成できる。

続いて、記録層4上、または下側界面層3上に、下側保護層2を成膜する。下側保護層2は、上側保護層5と同様の方法で形成できる（以下の保護層についても同様である）。これらの保護層を形成する際に用いられる母材の組成は、保護層の組成およびスパッタリングガスに応じて選択される（他の層を形成する工程においても同様である）。即ち、組成が同一の母材を用いてこれらの保護層を形成する場合もあるし、組成が異なる母材を用いてこれらの保護層を形成する場合もある（他の層を形成する工程においても同様である）。

なお、上側保護層5と反射層6との間、および反射層6と透過率調整層7との間に、界面層を成膜してもよい。この場合の界面層は、下側界面層3と同様の方法で形成できる（以下の界面層についても同様である）。

最後に、下側保護層2上に透明層1を形成する。透明層1は、光硬化

性樹脂（特に紫外線硬化性樹脂）または遅効性樹脂を下側保護層 2 上に塗布してスピンコートした後、樹脂を硬化させることによって形成できる。また、透明層 1 には、透明な円盤状の薄板を用いてもよい。この薄板は、例えば、ポリカーボネートやアモルファスポリオレフィンや P M
5 M A といった樹脂、またはガラスで形成できる。この場合、透明層 1 は、光硬化性樹脂（特に紫外線硬化性樹脂）や遅効性樹脂等の樹脂を下側保護層 2 上に塗布して、基板を下側保護層 2 に密着させてスピンコートした後、樹脂を硬化させることによって形成できる。

なお、下側保護層 2 を成膜した後、または透明層 1 を形成した後、必要に応じて、記録層 4 の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい
10 。記録層 4 の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。以上のようにして、記録媒体 1 5 を製造できる。

（実施形態 4）

実施形態 4 では、本発明の記録媒体 2 5 の製造方法について説明する
15 。実施形態 4 の製造方法では、まず、第 2 の情報層 2 4 を形成する。具体的には、まず、基板 1 4（厚さが例えば $1100\text{ }\mu\text{m}$ ）を用意し、成膜装置内に配置する。

続いて、基板 1 4 上に第 2 反射層 2 3 を成膜する。基板 1 4 にレーザビーム 1 6 を導くための案内溝が形成されている場合には、案内溝が形
20 成された側に第 2 反射層 2 3 を成膜する。第 2 反射層 2 3 は、反射層 6 と同様の方法で形成できる。

続いて、第 2 反射層 2 3 上に、必要に応じて、第 2 金属層 2 2 を成膜する。第 2 金属層 2 2 は、反射層 6 と同様の方法で形成できる。続いて、第 2 反射層 2 3 上、または第 2 金属層 2 2 上に、第 2 上側保護層 2 1
25 を成膜する。

続いて、第 2 上側保護層 2 1 上に、必要に応じて第 2 上側界面層 2 0

を成膜する。続いて、第2上側保護層21上、または第2上側界面層20上に、第2記録層19を成膜する。第2記録層19は、記録層4と同様の方法で形成できる。

第2記録層19の成膜レートは、0.3nm/秒～10nm/秒の範囲内であることが好ましい。実施形態2で説明したように、第2記録層19の厚さは6nm～15nmの範囲内であることが好ましく、8nm～12nmの範囲内であることがより好ましい。第2記録層19の成膜レートは、電源の投入パワーで制御できる。成膜レートを下げすぎた場合には、成膜時間が長くなることに加え、雰囲気中のガスが必要以上に記録層中に混入してしまう。また、成膜レートを上げすぎた場合には、成膜時間を短くできるが、層厚を正確に制御することが難しくなる。従って、第2記録層19の成膜レートは、0.3nm/秒～10nm/秒の範囲内であることが好ましい。

続いて、第2記録層19上に、必要に応じて第2下側界面層18を成膜する。続いて、第2記録層19上、または第2下側界面層18上に、第2下側保護層17を成膜する。

このようにして、第2の情報層24を形成する。続いて、第2の情報層24の第2下側保護層17上に光学分離層9を形成する。光学分離層9は、実施形態3で説明した方法で形成できる。

なお、第2下側保護層17を成膜した後、または光学分離層9を形成した後に、必要に応じて、第2記録層19の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。第2記録層19の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。

続いて、光学分離層9上に第1の情報層8を形成する。具体的には、まず、光学分離層9上に、透過率調整層7、反射層6、上側保護層5、記録層4、下側界面層3、および下側保護層2をこの順序で成膜する。

上側保護層 5 と反射層 6 との間、および反射層 6 と透過率調整層 7 との間に、界面層を成膜してもよい。これらの各層は、実施形態 3 で説明した方法で形成できる。

最後に、下側保護層 2 上に透明層 1 を形成する。透明層 1 は、実施形態 3 で説明した方法で形成できる。

なお、下側保護層 2 を成膜した後、または透明層 1 を形成した後、必要に応じて、記録層 4 の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。記録層 4 の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。以上のようにして、記録媒体 2 5 を製造できる。

10 (実施形態 5)

実施形態 5 では、実施形態 1 および 2 で説明した本発明の光学的情報記録媒体の記録・再生方法について説明する。本発明の記録・再生方法に用いられる記録・再生装置 3 1 の一部の構成を図 3 に模式的に示す。図 3 を参照して、記録・再生装置 3 1 は、光学的情報記録媒体 3 0 を回転させるためのスピンドルモータ 2 6 と、半導体レーザ 2 8 を備える光学ヘッド 2 9 と、半導体レーザ 2 8 から出射されるレーザビーム 1 6 を集光する対物レンズ 2 7 とを備える。

光学的情報記録媒体 3 0 は、実施形態 1 または 2 で説明した光学的情報記録媒体であり、複数の情報層（例えば第 1 の情報層 8 および第 2 の情報層 2 4）を備える。対物レンズ 2 7 は、レーザビーム 1 6 を情報層の記録層（第 1 の情報層 8 の場合は記録層 4、第 2 の情報層 2 4 の場合は第 2 記録層 1 9）に集光する。

光学的情報記録媒体の情報層（たとえば、第 1 の情報層 8 および第 2 の情報層 2 4）への情報の記録、消去、および上書きは、レーザビーム 1 6 のパワーを、高パワーのピークパワー（ P_p (mW)）と低パワーのバイアスパワー（ P_b (mW)）とに変調させることによって行う。

ピークパワーのレーザビーム 16 を照射することによって、記録層 4 または第 2 記録層 19 の局所的な一部分に非晶質相が形成され、その非晶質相が記録マークとなる。記録マーク間では、バイアスパワーのレーザビーム 16 が照射され、結晶相（消去部分）が形成される。なお、ピークパワーのレーザビーム 16 を照射する場合には、パルスの列で構成される、いわゆるマルチパルス照射するのが一般的である。なお、マルチパルスはピークパワーおよびバイアスパワーのパワーレベルのみによって変調されてもよいし、0 mW～ピークパワーの範囲のパワーレベルによって変調されてもよい。

10 また、記録された情報信号の再生は、再生パワー（ P_r (mW)）のレーザビーム 16 を光学的情報記録媒体に照射し、それによって得られた信号を検出器で読みとることによって行われる。再生パワーは、ピークパワーおよびバイアスパワーのいずれのパワーレベルよりも低い。再生パワーは、そのパワーレベルのレーザビーム 16 の照射によって記録
15 マークの光学的な状態が影響を受けず、且つ光学的情報記録媒体から反射された光が記録マークの再生に十分な光量となるパワーである。

対物レンズ 27 の開口数 NA は、レーザビームのスポット径を $0.4 \mu\text{m} \sim 0.7 \mu\text{m}$ の範囲内に調整するため、 $0.5 \sim 1.1$ の範囲内（より好ましくは、 $0.6 \sim 1.0$ の範囲内）であることが好ましい。レーザビーム 16 の波長は、 450 nm 以下（より好ましくは、 $350 \text{ nm} \sim 450 \text{ nm}$ の範囲内）であることが好ましい。情報を記録する際の光学的情報記録媒体の線速度は、再生光による結晶化が起こりにくく、且つ十分な消去率が得られる $3 \text{ m/秒} \sim 20 \text{ m/秒}$ （より好ましくは、 $4 \text{ m/秒} \sim 15 \text{ m/秒}$ ）の範囲内であることが好ましい。

25 第 1 の情報層 8 に対して記録を行う際には、レーザビーム 16 の焦点を記録層 4 に合わせ、透明層 1 を透過したレーザビーム 16 によって記

録層 4 に情報を記録する。再生は、記録層 4 によって反射され、透明層 1 を透過したレーザービーム 16 を用いて行う。第 2 の情報層 24 に対して記録を行う際には、レーザービーム 16 の焦点を第 2 記録層 19 に合わせ、透明層 1、第 1 の情報層 8、および光学分離層 9 を透過したレーザービーム 16 によって情報を記録する。再生は、第 2 記録層 19 によって反射され、光学分離層 9、第 1 の情報層 8 および透明層 1 を透過したレーザービーム 16 を用いて行う。

なお、基板 14 と、光学分離層 9、11 および 12 とに、レーザービーム 16 を導くための案内溝が形成されている場合、情報は、レーザービーム 16 の入射側から近い方の溝面（グループ）に記録されてもよいし、遠い方の溝面（ランド）に記録されてもよい。また、グループとランドの両方に情報を記録してもよい。

実施例

以下に、実施例を用いて本発明をさらに詳細に説明する。

（実施例 1）

実施例 1 では、図 1 に示した記録媒体 15 の第 1 の情報層 8 を作製し、透過率調整層 7 の屈折率 n_1 、消衰係数 k_1 および厚さ d_1 と、第 1 の情報層 8 の透過率および反射率との関係を調べた。具体的には、透過率調整層 7 の材料および厚さが異なる第 1 の情報層 8 と透明層 1 とを備えるサンプルを作製した。作製したサンプルについて、第 1 の情報層 8 の透過率を測定した。

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板 14 として、ポリカーボネート基板（直径 120 mm、厚さ 1100 μm ）を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、透過率調整層 7（厚さ：2 nm～140 nm）、反射層 6 として Ag-Pd-Cu 層（厚さ：10 nm

m)、上側保護層5としてGe-Si-N層(厚さ:10nm)、記録層4としてGe₈Sb₂Te₁₁層(厚さ:6nm)、下側界面層3としてGe-Si-N層(厚さ:5nm)、下側保護層2としてZnS-SiO₂層(厚さ:45nm、SiO₂:20mol%)を順次積層した。
5。これらの層は、スパッタリング法によって形成した。透過率調整層7としては、TiO₂層、またはZnS-SiO₂層(SiO₂:20mol%)を用いた。最後に、紫外線硬化性樹脂を下側保護層2上に塗布し、ポリカーボネート基板(直径120mm、厚さ90μm)を下側保護層2に密着させてスピコートした後、紫外線を照射して樹脂を硬化
10 させることによって、透明層1を形成した。以上のようにして、透過率調整層7の材料および厚さが異なる複数の透過率測定用サンプルを製造した。

ここで、上側保護層5および下側保護層2の厚さは、マトリクス法に基づく計算によって厳密に決定された。具体的には、これらの厚さは、
15 以下の2つの条件、(1)記録層4が結晶相である場合に、波長405nmにおいて、基板の鏡面部における第1の情報層8の反射率R_{c1}が、できるだけ $4 \leq R_{c1} \leq 10$ の範囲内に収まる厚さであること、および(2)記録層4が非晶質相である場合に、波長405nmにおいて、基板の鏡面部における第1の情報層8の反射率R_{a1}が、できるだけ0
20 $.5 \leq R_{a1} \leq 3$ の範囲内に収まる厚さであること、を満たすように決定された。

このようにして得られたサンプルについて、最初に、記録層4が非晶質相である場合の透過率T_{a1}(%)および反射率R_{a1}(%)を測定した。その後、記録層4を結晶化させる初期化工程を行った。そして、
25 記録層4が結晶相である場合の透過率T_{c1}(%)および反射率R_{c1}(%)を測定した。透過率の測定には分光器を用い、波長405nmに

における透過率の値を調べた。一方、反射率の測定には、図 3 の記録再生装置 31 を用いた。具体的には、スピンドルモータ 26 でサンプルを回転させ、波長 405 nm のレーザビーム 16 を第 1 の情報層 8 の記録層 4 に集光して照射し、その反射光量を測定することによって行った。

5 第 1 の情報層 8 の透過率および反射率の測定結果を（表 1）に示す。

（表 1）において、×は、透過率 T_{c1} および T_{a1} のうち少なくとも 1 つが 46 % 以下であることを示す。また、○は、 T_{c1} および T_{a1} が共に 46 % より大きいことを示す。なお、上側保護層 5 に用いた TiO_2 層の波長 405 nm における屈折率 n_1 および消衰係数 k_1 は、そ

10 れぞれ、 $n_1 = 2.70$ および $k_1 = 0.00$ であった。また、上側保護層 5 に用いた $ZnS-SiO_2$ 層の波長 405 nm における屈折率 n_1 および消衰係数 k_1 は、それぞれ、 $n_1 = 2.25$ および $k_1 = 0.01$ であった。

(表1)

サンプル No.	透 過 率 調 整層7の材 料	d1 (nm)	Rc1 (%)	Ra1 (%)	Tc1 (%)	Ta1 (%)	判 定
1-a	TiO ₂	2	6.0	0.8	42.2	43.9	×
1-b	TiO ₂	5	5.1	0.5	46.3	47.2	○
1-c	TiO ₂	10	4.8	0.5	48.6	49.2	○
1-d	TiO ₂	20	5.4	0.8	51.0	52.5	○
1-e	TiO ₂	30	9.4	3.0	46.5	47.1	○
1-f	TiO ₂	35	13.7	4.1	41.5	42.9	×
1-g	TiO ₂	75	6.5	1.0	40.1	42.0	×
1-h	TiO ₂	80	4.9	0.6	46.1	47.3	○
1-i	TiO ₂	90	5.2	0.7	51.6	52.8	○
1-j	TiO ₂	100	13.3	4.0	47.1	48.9	○
1-k	TiO ₂	110	13.7	4.6	39.5	41.9	×
1-l	ZnS-SiO ₂	3	5.9	0.7	38.0	38.6	×
1-m	ZnS-SiO ₂	6	5.5	0.5	40.5	40.8	×
1-n	ZnS-SiO ₂	15	5.4	0.7	45.0	45.9	×
1-o	ZnS-SiO ₂	20	7.3	1.1	45.2	47.2	×
1-p	ZnS-SiO ₂	30	9.6	2.2	43.0	45.3	×
1-q	ZnS-SiO ₂	40	10.3	2.4	39.7	42.5	×
1-r	ZnS-SiO ₂	90	5.8	0.9	37.5	38.0	×
1-s	ZnS-SiO ₂	100	5.4	0.5	42.2	42.5	×
1-t	ZnS-SiO ₂	120	7.1	1.0	43.7	44.6	×
1-u	ZnS-SiO ₂	140	10.0	2.4	35.0	37.5	×

- 5 サンプル1-b、1-c、1-d、1-e、1-h、1-iおよび1-jは、透過率調整層7の材料がTiO₂で、厚さd1が5nm（（1/32）λ/n1に相当）～30nm（（13/16）λ/n1に相当）の範囲内、または80nm（（17/32）λ/n1に相当）～100nm（（11/16）λ/n1に相当）の範囲内である。表1に示す
- 10 ように、これらサンプルでは、透過率Tc1およびTa1が共に46%

より大きく、且つ $-5 \leq (T_{c1} - T_{a1}) \leq 5$ を満たした。一方、厚さ d_1 が 2 nm ($(1/64) \lambda / n_1$ に相当) のサンプル 1-a、 35 nm ($(15/64) \lambda / n_1$ に相当) のサンプル 1-f、 75 nm ($(1/2) \lambda / n_1$ に相当) のサンプル 1-g、および 120 nm ($(51/64) \lambda / n_1$ に相当) のサンプル 1-k では、透過率 T_{c1} および T_{a1} が共に 46% より小さく、不十分であった。

透過率調整層 7 の材料が ZnS-SiO_2 である場合には、透過率 T_{c1} および T_{a1} の少なくとも 1 つが 46% よりも小さく、特性が不十分であった。一方、透過率調整層 7 の材料が TiO_2 の場合には、透過率調整層 7 の屈折率 n_1 と反射層 6 の屈折率 n_2 (Ag-Pd-Cu 層の波長 405 nm における屈折率 n_2 は 0.21 であった) との差 ($n_1 - n_2$) が大きいために、透過率調整層 7 での光の閉じこめ効果がより顕著となる。このため、光の干渉効果がより大きくなり、その結果、透過率が高くなったものと考えられる。光の閉じこめ効果は、屈折率が大きい光学的に密な物質内に光が閉じこめられる現象であり、光ファイバーなどに応用されている。

(実施例 2)

実施例 2 では、第 1 の情報層 8 の特性と、記録層 4 の材料および厚さとの関係を調べた。具体的には、基板 14 と、記録層 4 の厚さが異なる第 1 の情報層 8 と、透明層 1 とが積層されたサンプルを作製した。そして、作製したサンプルについて、第 1 の情報層 8 の消去率、振幅対雑音比 ($\text{Carrier to Noise Ratio: CNR}$)、反射率および透過率を測定した。

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板 14 として、レーザビーム 16 を導くための案内溝が形成されたポリカーボネート基板 (直径 120 mm 、厚さ $1100 \mu\text{m}$) を用意した。そして、そのポリカ

一ボネート基板上に、透過率調整層 7 として TiO_2 層（厚さ：15 nm）、反射層 6 として $Ag-Pd-Cu$ 層（厚さ：5 nm～10 nm）、上側保護層 5 として $Ge-Si-N$ 層（厚さ：10 nm）、記録層 4 として $Ge_8Sb_2Te_{11}$ 層または $(Sb_{0.7}Te_{0.3})_{95}Ge_5$ （厚さ：1 nm～10 nm）、下側界面層 3 として $Ge-Si-N$ 層（厚さ：5 nm）、下側保護層 2 として $ZnS-SiO_2$ 層（厚さ：45 nm、 SiO_2 ：20 mol%）を順次積層した。これらの層はスパッタリング法によって形成した。最後に、紫外線硬化性樹脂を下側保護層 2 上に塗布し、ポリカーボネート基板（直径 120 mm、厚さ 90 μm ）を下側保護層 2 に密着させてスピンコートした後、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、透明層 1 を形成した。以上のようにして、記録層 4 の材料および厚さが異なる複数のサンプルを製造した。

作製したサンプルについて、実施例 1 と同様の方法によって、第 1 の情報層 8 の透過率および反射率を測定した。その後、作製したサンプルについて、図 3 に示した記録再生装置 31 を用いて、第 1 の情報層 8 の消去率および CNR を測定した。この時、レーザビーム 16 の波長は 405 nm とし、対物レンズ 27 の開口数 NA は 0.85 とし、測定時のサンプルの線速度は 5.0 m/秒とし、最短マーク長は 0.206 μm とし、基板 14 の案内溝のトラックピッチは 0.32 μm とした。また、情報はグループに記録した。

CNR は、（8-16）変調方式で 3 T 長さのマークを記録し、この CNR をスペクトラムアナライザーで測定した。消去性能は、（8-16）変調方式で 3 T 長さのマークを記録して振幅をスペクトラムアナライザーで測定し、その上から 11 T 長さのマークをオーバーライトして再度 3 T 信号の振幅を測定し、3 T 信号の減衰率を計算することによって評価した。以下、この 3 T 信号の減衰率を消去率という。

第1の情報層8のCNR、消去率、反射率および透過率の測定結果を（表2）に示す。サンプル2-a～2-gの記録層4の材料は $\text{Ge}_8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ であり、サンプル2-h～2-nの記録層4の材料は $(\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3})_{95}\text{Ge}_5$ である。なお、（表2）において、×は、CNRが45dB未満、消去率が25dB未満、透過率Tc1が46%以下およびTa1が46%以下のうち少なくとも1つの条件を満たしていることを示す。また、○は、CNRが45dB以上で、且つ消去率が25dB以上で、且つTc1およびTa1が共に46%より大きいことを示す。

10

（表2）

サンプル No.	記録層4 の厚さ (nm)	CNR (dB)	消去率 (-dB)	Rc1 (%)	Ra1 (%)	Tc1 (%)	Ta1 (%)	判定
2-a	2	30	10	2.2	1.8	76.9	73.6	×
2-b	3	45	25	3.5	0.9	64.5	62.7	○
2-c	4	49	27	4.2	0.9	59.1	58.2	○
2-d	6	55	30	5.4	0.8	53.6	54.0	○
2-e	8	56	34	7.5	1.5	48.3	48.9	○
2-f	9	56	35	8.6	2.1	46.9	47.5	○
2-g	10	55	35	9.6	2.6	42.8	43.4	×
2-h	0.5	32	15	2.0	1.5	80.2	72.7	×
2-i	1	46	26	2.5	1.3	76.8	68.6	○
2-j	2	48	27	3.2	1.1	70.4	62.5	○
2-k	4	50	29	4.8	1.0	59.0	52.2	○
2-l	5	51	30	5.5	1.1	52.3	46.4	○
2-m	7	54	35	7.5	1.4	45.5	39.3	×
2-n	8	55	36	8.8	1.9	41.7	36.1	×

$\text{Ge}_8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ からなり厚さが3nm～9nmの記録層4を備えるサンプル2-b、2-c、2-d、2-eおよび2-f、ならびに（ $\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3}$ ）₉₅ Ge_5 からなり厚さが1nm～7nmの記録層4を

15

備えるサンプル 2-i、2-j、2-k および 2-l では、透過率 46 % 以上で、且つ十分な CNR および消去率が得られた。 $\text{Ge}_8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ からなり厚さが 2 nm の記録層 4 を備えるサンプル 2-a、および $(\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3})_{95}\text{Ge}_5$ からなり厚さが 0.5 nm の記録層 4 を
 5 備えるサンプル 2-h では、記録層 4 の厚さが薄いために透過率は十分であったが、CNR および消去率が低かった。また、 $\text{Ge}_8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ からなり厚さが 10 nm の記録層 4 を備えるサンプル 2-g、および $(\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3})_{95}\text{Ge}_5$ からなり厚さが 8 nm の記録層 4 を備える
 10 サンプル 2-n では、高い CNR および消去率が得られたが、透過率が 46 % 未満であった。以上の結果から、記録層 4 の厚さは、その材料が $\text{Ge}_8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ の場合には 3 nm ~ 9 nm の範囲内にあることが好ましく、材料が $(\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3})_{95}\text{Ge}_5$ の場合には 1 nm ~ 7 nm の範囲内にあることが好ましい。

(実施例 3)

15 実施例 3 では、第 1 の情報層 8 の特性と反射層 6 の厚さ d2 との関係性を調べた。具体的には、基板 14 と、反射層 6 の厚さを変化させた第 1 の情報層 8 と、透明層 1 とを積層してサンプルを作製した。作製したサンプルについて、第 1 の情報層 8 の CNR、消去率、反射率および透過率を測定した。

20 サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板 14 として、レーザビーム 16 を導くための案内溝が形成されたポリカーボネート基板（直径 120 mm、厚さ 1100 μm ）を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、透過率調整層 7 として TiO_2 層（厚さ：15 nm）、反射層 6 として Ag-Pd-Cu 層（厚さ：2 ~ 20 nm）、上
 25 側保護層 5 として Ge-Si-N 層（厚さ：10 nm）、記録層 4 として $\text{Ge}_8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ 層（厚さ：6 nm）、下側界面層 3 として Ge-

S i - N 層（厚さ：5 n m）、下側保護層 2 として Z n S - S i O₂ 層（厚さ：45 n m、S i O₂：20 m o l %）を順次積層した。これらの層は、スパッタリング法によって形成した。そして、紫外線硬化性樹脂を下側保護層 2 上に塗布し、ポリカーボネート基板（直径 120 m m、厚さ 90 μ m）を下側保護層 2 に密着させてスピコートした後、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、透明層 1 を形成した。以上のようにして、反射層 6 の厚さが異なる複数のサンプルを製造した。

作製したサンプルについて、実施例 2 と同様の方法によって、第 1 の情報層 8 の C N R、消去率、反射率および透過率を測定した。この時、レーザビーム 16 の波長は 405 n m、対物レンズ 27 の開口数 N A は 0.85、測定時のサンプルの線速度は 5.0 m / 秒、最短マーク長は 0.206 μ m、基板 14 の案内溝のトラックピッチは 0.32 μ m とした。また、情報はグループに記録した。

第 1 の情報層 8 の C N R、消去率、反射率および透過率の測定結果を（表 3）に示す。（表 3）において、×は、C N R が 45 d B 未満、消去率が 25 d B 未満、透過率 T c 1 が 46 % 以下および T a 1 が 46 % 以下のうち少なくとも 1 つの条件を満たしていることを示す。また、○は、C N R が 45 d B 以上で、且つ消去率が 25 d B 以上で、且つ T c 1 および T a 1 が共に 46 % より大きいことを示す。

(表 3)

サンプル No.	膜厚d2 (nm)	CNR (dB)	消去率 (-dB)	Rc1 (%)	Ra1 (%)	Tc1 (%)	Ta1 (%)	判定
3-a	2	40	20	3.3	2.5	61.5	58.4	×
3-b	3	45	25	4.0	2.0	60.2	57.7	○
3-c	5	50	30	4.5	1.5	57.4	56.0	○
3-d	10	55	30	5.4	0.8	49.6	50.3	○
3-e	15	55	27	7.3	0.9	46.2	48.2	○
3-f	20	50	20	9.2	1.6	38.5	40.7	×

反射層 6 の厚さ d 2 が 3 nm ~ 15 nm であるサンプル 3 - b、3 - c、3 - d および 3 - e の場合には、記録層 4 に蓄積される熱が十分な
 5 速さで反射層 6 に逃げ、且つ記録層 4 に十分な熱が蓄積される。そのため、これらのサンプルでは、記録層 4 の結晶化および非晶質化が共に良好で、十分な CNR、消去率が得られた。また、反射層 6 が厚くなるに従って、反射率が向上し、透過率が低下した。反射層 6 の厚さ d 2 が 2
 10 nm であるサンプル 3 - a の場合には、反射層 6 が薄いために記録層 4 に蓄積される熱が逃げず、また反射率も低下するため、CNR および消去率が共に低かった。また、反射層 6 の厚さ d 2 が 20 nm であるサンプル 3 - f の場合には、反射層 6 が厚いために透過率が低く、且つ記録層 4 に十分な熱が蓄積されず、記録層 4 の結晶化が困難になるため、消去率が低くなった。

15 (実施例 4)

実施例 4 では、第 1 の情報層 8 の特性と上側保護層 5 の厚さ d 3 との関係調べた。具体的には、基板 1 4 と、上側保護層 5 の厚さ d 3 を変化させた第 1 の情報層 8 と、透明層 1 とを積層してサンプルを作製した。作製したサンプルについて、第 1 の情報層 8 の CNR、消去率、反射
 20 率および透過率を測定した。

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板 1 4 として、レー

ザビーム 16 を導くための案内溝が形成されたポリカーボネート基板（
 直径 120 mm、厚さ 1100 μ m）を用意した。そして、そのポリカ
 ーボネート基板上に、透過率調整層 7 として TiO_2 層（厚さ：15 nm）
 、反射層 6 として $Ag-Pd-Cu$ 層（厚さ：10 nm）、上側保
 5 護層 5 として $Ge-Si-N$ 層（厚さ：1 nm～80 nm）、記録層 4
 として $Ge_8Sb_2Te_{11}$ 層（厚さ：6 nm）、下側界面層 3 として $Ge-Si-N$ 層（厚さ：5 nm）、下側保護層 2 として $ZnS-SiO_2$ 層（厚さ：45 nm、 SiO_2 ：20 mol%）を順次積層した。こ
 れらの層は、スパッタリング法によって形成した。最後に、紫外線硬化
 10 性樹脂を下側保護層 2 上に塗布し、ポリカーボネート基板（直径 120
 mm、厚さ 90 μ m）を下側保護層 2 に密着させてスピンコートした後
 、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、透明層 1 を形成し
 た。以上のようにして、上側保護層 5 の厚さが異なる複数のサンプルを
 製造した。

15 作製したサンプルについて、実施例 2 と同様の方法によって、第 1 の
 情報層 8 の CNR、消去率、反射率および透過率を測定した。この時、
 レーザビーム 16 の波長 λ は 405 nm、対物レンズ 27 の開口数 NA
 は 0.85、測定時のサンプルの線速度は 5.0 m/秒、最短マーク長
 は 0.206 μ m、基板 14 の案内溝のトラックピッチは 0.32 μ m
 20 とした。また、情報はグループに記録した。

第 1 の情報層 8 の CNR、消去率、反射率および透過率の測定結果を
 （表 4）に示す。（表 4）において、×は、CNR が 45 dB 未満、消
 去率が 25 dB 未満、透過率 T_{c1} が 46% 以下および T_{a1} が 46%
 以下のうち少なくとも 1 つの条件を満たしていることを示す。また、○
 25 は、CNR が 45 dB 以上で、且つ消去率が 25 dB 以上で、且つ T_{c1}
 および T_{a1} が共に 46% より大きいことを示す。なお、上側保護層

5 に用いた Ge-Si-N 層の、波長 405 nm における屈折率 n_3 は 2.33 であった。

(表 4)

サンプル No.	膜厚 d_3 (nm)	CNR (dB)	消去率 (-dB)	Rc1 (%)	Ra1 (%)	Tc1 (%)	Ta1 (%)	判定
4-a	1	46	15	7.5	1.8	52.0	53.0	×
4-b	2	49	25	6.8	1.5	51.5	52.5	○
4-c	5	52	28	6.0	1.2	51.1	52.2	○
4-d	10	55	30	5.4	0.8	49.6	50.3	○
4-e	30	52	32	4.2	0.5	49.2	47.5	○
4-f	40	48	32	4.6	1.5	46.2	46.5	○
4-g	50	44	33	5.0	2.0	42.8	43.3	×

5

サンプル 4-b、4-c、4-d、4-e および 4-f は、上側保護層 5 の厚さ d_3 が 2 nm ($(1/64)\lambda/n_3$ に相当) $\sim 40\text{ nm}$ ($(15/64)\lambda/n_3$ に相当) の範囲内である。これらのサンプルでは、記録層 4 と反射層 6 との間の距離が、記録層 4 に十分な熱が蓄積される距離で、且つ記録層 4 に蓄積される熱が十分な速さで反射層 6 に逃げる距離にある。このため、これらのサンプルでは、記録層 4 の結晶化および非晶質化が共に良好で、十分な CNR および消去率が得られた。

上側保護層 5 の厚さ d_3 が 1 nm ($(1/128)\lambda/n_3$ に相当) のサンプル 4-a の場合には、記録層 4 と反射層 6 との距離が近すぎて記録層 4 に十分な熱が蓄積されないため、記録層 4 の結晶化が困難になって消去率が低下してしまった。また、上側保護層 5 の厚さ d_3 が 50 nm ($(18/64)\lambda/n_3$ に相当) のサンプル 4-g の場合には、記録層 4 と反射層 6 との距離が遠すぎて記録層 4 に蓄積された熱が反射層 6 に逃げにくくなるため、記録層 4 の非晶質化が困難になって CNR が低下してしまった。

15

20

(実施例 5)

実施例 5 では、図 2 の記録媒体 2 5 について、第 1 の情報層 8 および第 2 の情報層 2 4 の特性と記録層 4 および第 2 記録層 1 9 の材料との関係を調べた。なお、第 1 の情報層 8 は、実施例 1 ~ 4 の結果に基づいて
5 形成した。そして、製造した記録媒体 2 5 について、第 1 の情報層 8 の CNR、消去率、反射率および透過率を測定し、第 2 の情報層 2 4 の記録感度、CNR および反射率を測定した。

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板 1 4 として、レーザビーム 1 6 を導くための案内溝が形成されたポリカーボネート基板（
10 直径 1 2 0 mm、厚さ 1 1 0 0 μ m）を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、第 2 反射層 2 3 として Ag-Pd-Cu 層（厚さ：8 0 nm）、第 2 金属層 2 2 として Al-Cr 層（厚さ：1 0 nm）、第 2 上側保護層 2 1 として ZnS-SiO₂ 層（厚さ：1 7 nm、SiO₂：2 0 mol %）、第 2 上側界面層 2 0 として Ge-Si-N 層
15 （厚さ：5 nm）、第 2 記録層 1 9 （厚さ：1 2 nm）、第 2 下側界面層 1 8 として Ge-Si-N 層（厚さ：5 nm）、第 2 下側保護層 1 7 として ZnS-SiO₂ 層（厚さ：5 6 nm、SiO₂：2 0 mol %）を順次積層した。これらの層は、スパッタリング法によって形成した。第 2 記録層 1 9 としては、Ge₈Sb₂Te₁₁、または (Sb_{0.7}Te_{0.3})₉₅Ge₅を用いた。また、第 2 上側保護層 2 1 および第 2 下側
20 保護層 1 7 の厚さは、マトリクス法に基づく計算によって厳密に決定した。これらの厚さは、波長 4 0 5 nm において、第 2 記録層 1 9 が結晶相の時の反射光量が第 2 記録層 1 9 が非晶質相の時の反射光量よりも大きくなるように、且つ第 2 記録層 1 9 が結晶相の時と非晶質相の時とで
25 反射光量の変化がより大きくなるように、且つ第 2 記録層 1 9 の光吸収効率が大きくなるように、決定した。

続いて、第2記録層19の全面を結晶化させる初期化工程を行った。
次に、第2下側保護層17上に紫外線硬化性樹脂を塗布し、その上に案内溝を形成した基板（型）をかぶせてスピンコートし、その後、樹脂を硬化させた。その後、基板（型）をはがした。この工程によって、レーザビーム16を導く案内溝が第1の情報層8側に形成された光学分離層9を形成した。

その後、光学分離層9の上に、透過率調整層7として TiO_2 層（厚さ：15 nm）、反射層6として $Ag-Pd-Cu$ 層（厚さ：5 nm～10 nm）、上側保護層5として $Ge-Si-N$ 層（厚さ：10 nm）、記録層4、下側界面層3として $Ge-Si-N$ 層（厚さ：5 nm）、下側保護層2として $ZnS-SiO_2$ 層（厚さ：45 nm、 SiO_2 ：20 mol%）を順次積層した。これらの層は、スパッタリング法によって形成した。ここで、記録層4としては、 $Ge_8Sb_2Te_{11}$ （厚さ：6 nm）、または $(Sb_{0.7}Te_{0.3})_{95}Ge_5$ （厚さ：5 nm）を用いた。その後、記録層4の全面を結晶化させる初期化工程を行った。最後に、紫外線硬化性樹脂を下側保護層2上に塗布し、ポリカーボネート基板（直径120 mm、厚さ90 μm ）を下側保護層2に密着させてスピンコートした後、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、透明層1を形成した。以上のようにして、第2記録層19の材料および記録層4の材料が異なる複数のサンプルを製造した。

なお、第1の情報層8の透過率を測定するため、第2の情報層24および光学分離層9が無いことを除いて上記のサンプルと同様のサンプルも製造した。

作製したサンプルについて、実施例2と同様の方法によって、第1の情報層8のCNR、消去率および反射率を測定した。また、第2の情報層24のCNR、記録感度および反射率 R_a2 （%）および R_c2 （%

) を測定した。反射率 R_{a2} (%) は、第 2 記録層 19 が非晶質相である
 場合の反射率であり、反射率 R_{c2} は、第 2 記録層 19 が結晶相である
 場合の反射率である。ここで、記録感度とは、振幅 (dBm) の飽和
 値から 3 dBm だけ低い振幅を与えるピークパワー (mW) の 1.3 倍
 5 のピークパワー P_p (mW) で定義される。測定において、レーザビー
 ム 16 の波長は 405 nm、対物レンズ 27 の開口数 NA は 0.85、
 測定時のサンプルの線速度は 5.0 m/秒、最短マーク長は 0.206
 μ m、基板 14 の案内溝のトラックピッチは 0.32 μ m とした。また
 、情報はグループに記録した。また、第 2 の情報層 24 がないサンプル
 10 を用いて、実施例 1 と同様の方法によって、第 1 の情報層 8 の透過率を
 測定した。

第 1 の情報層 8 の CNR、消去率、反射率および透過率と、第 2 の情
 報層 24 の CNR、記録感度および反射率の測定結果を (表 5) に示す
 。なお、(表 5) 中、記録層 4 および第 2 記録層 19 の組成の GeSb
 15 Te とは $\text{Ge}_8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ を意味し、(SbTe)Ge とは $(\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3})_{95}\text{Ge}_5$ を意味する。

(表 5)

サンプルNo.		5-a	5-b	5-c	5-d
記録層4の組成		GeSbTe	GeSbTe	(SbTe)Ge	(SbTe)Ge
第2記録層19の組成		(SbTe)Ge	GeSbTe	GeSbTe	(SbTe)Ge
第1の 情報層 8	CNR (dB)	55	55	51	51
	消去率 (-dB)	30	30	30	30
	Rc1 (%)	5.4	5.4	5.5	5.5
	Ra1 (%)	0.8	0.8	1.1	1.1
	Tc1 (%)	53.6	53.6	52.3	52.3
	Ta1 (%)	54.0	54.0	46.4	46.4
第2の 情報層 24	CNR (dB)	56	57	55	54
	消去率 (-dB)	35	34	34	35
	記録感度 (mW)	9.5	10.5	11.5	10.5
	Rc2 (%)	5.4	5.3	4.3	4.5
	Ra2 (%)	1.0	0.9	0.7	0.8

(表 5) に示すように、いずれのサンプルにおいても、第 1 の情報層 8 および第 2 の情報層 24 が共に、CNR が 50 dB 以上で消去率が 30 dB 以上であるという良好な結果が得られた。その中でも、特に、記録層 4 の組成が $\text{Ge}_8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ であるサンプル 5-a および 5-b では、第 1 の情報層 8 の透過率が高いため、第 2 の情報層 24 の CNR、記録感度および反射率が良好であった。これは、 $\text{Ge}-\text{Sb}-\text{Te}$ 3 元系組成である $\text{Ge}_8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ の吸収係数が、 $(\text{Sb}-\text{Te})-\text{M}$ 1 系の組成である $(\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3})_{95}\text{Ge}_5$ の吸収係数よりも小さく、その結果、第 1 の情報層 8 の透過率が大きくなったためである。

(実施例 6)

実施例 6 では、記録層 4 の材料または第 2 記録層 19 の材料を変えた点を除いて実施例 5 と同様の実験を行った。具体的には、組成式 (Ge

—M1)₈Sb₂Te₁₁ (M1はSnまたはPb) で表される材料を用いて記録層4または第2記録層19を形成した。その結果、実施例5と同様の結果が得られた。なお、この組成は、高い線速度(6m/秒~10m/秒)での記録再生に対して特に有効であった。

5 (実施例7)

実施例7では、記録層4の材料または第2記録層19の材料を変えた点を除いて実施例5と同様の実験を行った。具体的には、組成式(Ge₈Sb₂Te₁₁)₉₅M₂₅で表される材料を用いて記録層4または第2記録層19を形成した。ここで、元素M2として、Si、Ti、V、Cr
 10、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Se、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、In、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、AuまたはBiを添加した。その結果、実施例5と同様の結果が得られた。なお、この組成は、低い線速度(3m/秒~4m/秒)での記録再生に対して特に有効であった。

15 (実施例8)

実施例8では、記録層4の材料または第2記録層19の材料を変えた点を除いて実施例5と同様の実験を行った。具体的には、組成式(Sb_{0.7}Te_{0.3})₉₅M₃₅で表される材料を用いて記録層4または第2の記録層19を作製した。ここで、元素M3として、Ag、In、Sn、S
 20 e、Bi、AuまたはMnを添加した。その結果、実施例5と同様の結果が得られた。

(実施例9)

実施例9では、図1に示した記録媒体15の第1の情報層8について光学計算を行い、透過率調整層7の屈折率n1および消衰係数k1と、
 25 反射層6の屈折率n2および消衰係数k2と、第1の情報層8の透過率との関係を調べた。具体的には、透過率調整層7のn1およびk1を変

化させたときの第 1 の情報層 8 の透過率の変化を調べた。

光学計算において、透過率調整層 7 は、厚さ：2 nm～140 nm であると設定した。また、反射層 6 は、 $n_2 = 0.2$ で $k_2 = 2.0$ で厚さ 10 nm、または、 $n_2 = 0.2$ で $k_2 = 4.0$ で厚さ 5 nm である
 5 と設定した。また、上側保護層 5 は、 $n_3 = 2.3$ で、 $k_3 = 0.1$ で、厚さ 10 nm であると仮定した。また、記録層 4 は、厚さ 5 nm で、非晶質相であるときに $n = 3.4$ 且つ $k = 1.9$ であると設定した。また、下側界面層 3 は、 $n = 2.3$ で、 $k = 0.1$ で、厚さ 5 nm であると設定した。また、下側保護層 2 は、 $n = 2.3$ で、 $k = 0.0$ で、厚
 10 さ 45 nm であると設定した。そして、これらをポリカーボネート基板 ($n = 1.62$ 、 $k = 0.00$) で挟んだ構造を仮定し、この構造について光学計算を行った。

この光学計算において、透過率調整層 7 および下側保護層 2 の厚さは、マトリクス法に基づく計算によって、厳密に決定した。具体的には、
 15 これらの厚さは、(1) 記録層 4 が非晶質相である場合に波長 405 nm において基板の鏡面部における第 1 の情報層 8 の反射率 R_{a1} ができるだけ小さくなるように、且つ、(2) 記録層 4 が非晶質相である場合に波長 405 nm において基板の鏡面部における第 1 の情報層 8 の透過率 T_{a1} ができるだけ大きくなるように決定した。

20 上記の仮定のもとで、透過率調整層 7 の n_1 および k_1 を変化させて光学計算を行い、記録層 4 が非晶質相である場合の第 1 の情報層 8 の反射率 R_{a1} (%) および透過率 T_{a1} (%) を算出した。その結果を (表 6) に示す。表 6 において、○は、 $R_{a1} \leq 5.0$ 且つ $T_{a1} > 46$ であることを意味し、×はそれ以外であることを示す。

25 (表 6)

計算 No.	n1	n2	n1-n2	k1	k2	k2-k1	Ra1 (%)	Ta1 (%)	判定
6-a	1.0	0.2	0.8	1.5	2.0	0.5	6.4	27.5	×
6-b	1.0	0.2	0.8	0.5	2.0	1.0	4.3	37.0	×
6-c	1.0	0.2	0.8	0.0	2.0	2.0	3.9	41.3	×
6-d	1.0	0.2	0.8	0.0	4.0	4.0	6.1	38.1	×
6-e	1.7	0.2	1.5	1.5	2.0	0.5	4.2	33.1	×
6-f	1.7	0.2	1.5	0.5	2.0	1.0	2.9	42.0	×
6-g	1.7	0.2	1.5	0.0	2.0	2.0	2.3	48.0	○
6-h	1.7	0.2	1.5	0.0	4.0	4.0	3.9	46.5	○
6-i	2.7	0.2	2.5	1.5	2.0	0.5	2.9	37.1	×
6-j	2.7	0.2	2.5	0.5	2.0	1.0	2.0	46.1	○
6-k	2.7	0.2	2.5	0.0	2.0	2.0	1.4	51.1	○
6-l	2.7	0.2	2.5	0.0	4.0	4.0	2.0	52.5	○
6-m	3.7	0.2	3.5	1.5	2.0	0.5	3.2	39.2	×
6-n	3.7	0.2	3.5	0.5	2.0	1.0	2.6	48.3	○
6-o	3.7	0.2	3.5	0.0	2.0	2.0	1.8	53.9	○
6-p	3.7	0.2	3.5	0.0	4.0	4.0	2.0	50.9	○

表6に示すように、 $1.5 \leq (n1 - n2)$ 且つ $1.5 \leq (k2 - k1)$ を満たす場合には、 $Ra1$ および $Ta1$ が共に良好な値となった。

産業上の利用可能性

- 5 以上のように、本発明の光学的情報記録媒体では、第1の情報層の透過率を高くすることができるため、複数の情報層に対して青紫色レーザーを用いて記録・再生を良好に行うことができる。したがって、本発明の光学的情報記録媒体によれば、高密度記録を信頼性よく行うことができる。

請 求 の 範 囲

1. 450nm以下である波長 λ のレーザビームの照射によって情報の記録および再生を行う光学的情報記録媒体であって、

5 基板と、前記基板上に形成された複数の情報層とを備え、

前記複数の情報層のうち前記レーザビームの入射側に最も近い第1の情報層が、記録層、反射層および透過率調整層を前記入射側からこの順序で含み、

10 前記記録層が、前記レーザビームの照射によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす層であり、

前記記録層が結晶相である場合の前記第1の情報層の前記波長 λ における透過率を T_{c1} (%)とし、前記記録層が非晶質相である場合の前記第1の情報層の前記波長 λ における透過率を T_{a1} (%)としたときに、前記 T_{c1} と前記 T_{a1} とが、

15 $46 < T_{c1}$ 且つ $46 < T_{a1}$

を満たし、

前記透過率調整層の前記波長 λ における屈折率および消衰係数をそれぞれ n_1 および k_1 とし、前記反射層の前記波長 λ における屈折率および消衰係数をそれぞれ n_2 および k_2 としたときに、前記 n_1 、前記 k_1 、前記 n_2 および前記 k_2 が、

1. $5 \leq (n_1 - n_2)$ 且つ 1. $5 \leq (k_2 - k_1)$

を満たす光学的情報記録媒体。

2. 450nm以下である波長 λ のレーザビームの照射によって情報の記録および再生を行う光学的情報記録媒体であって、

基板と、前記基板上に形成された複数の情報層とを備え、

前記複数の情報層のうち前記レーザービームの入射側に最も近い第 1 の情報層が、記録層、反射層および透過率調整層を前記入射側からこの順序で含み、

5 前記記録層が、前記レーザービームの照射によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす層であり、

前記記録層が結晶相である場合の前記第 1 の情報層の前記波長 λ における透過率を T_{c1} (%) とし、前記記録層が非晶質相である場合の前記第 1 の情報層の前記波長 λ における透過率を T_{a1} (%) としたときに、前記 T_{c1} と前記 T_{a1} とが、

10 $4.6 < T_{c1}$ 且つ $4.6 < T_{a1}$

を満たし、

前記透過率調整層が Ti の酸化物を主成分とする光学的情報記録媒体。

15 3. 前記 n_1 と前記 k_1 とが、

2. $4 \leq n_1$ 且つ $k_1 \leq 0.1$

を満たす請求項 1 に記載の光学的情報記録媒体。

4. 前記 n_2 と前記 k_2 とが、

20 $n_2 \leq 2.0$ 且つ $1.0 \leq k_2$

を満たす請求項 1 に記載の光学的情報記録媒体。

5. 前記記録層が結晶相である場合の前記第 1 の情報層の前記波長 λ における反射率を R_{c1} (%) とし、前記記録層が非晶質相である場合
25 の前記第 1 の情報層の前記波長 λ における反射率を R_{a1} (%) としたときに、前記 R_{c1} と前記 R_{a1} とが、

$$R_{a1} < R_{c1} \quad \text{且つ} \quad 0.1 \leq R_{a1} \leq 5$$

を満たす請求項 1 または 2 に記載の光学的情報記録媒体。

6. 前記記録層が結晶相である場合の前記第 1 の情報層の前記波長 λ における反射率を R_{c1} (%) とし、前記記録層が非晶質相である場合の前記第 1 の情報層の前記波長 λ における反射率を R_{a1} (%) としたときに、前記 R_{c1} と前記 R_{a1} とが、

$$R_{a1} < R_{c1} \quad \text{且つ} \quad 4 \leq R_{c1} \leq 15$$

を満たす請求項 1 または 2 に記載の光学的情報記録媒体。

10

7. 前記 T_{c1} と前記 T_{a1} とが、

$$-5 \leq (T_{c1} - T_{a1}) \leq 5$$

を満たす請求項 1 または 2 に記載の光学的情報記録媒体。

- 15 8. 前記透過率調整層が、 TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Bi_2O_3 、 $Ti-N$ 、 $Zr-N$ 、 $Nb-N$ 、 $Ta-N$ 、 $Si-N$ 、 $Ge-N$ 、 $Cr-N$ 、 $Al-N$ 、 $Ge-Si-N$ 、 $Ge-Cr-N$ および ZnS からなる群より選ばれる少なくとも 1 つを含む請求項 1 に記載の光学的情報記録媒体。

20

9. 前記透過率調整層の厚さ d_1 と前記波長 λ とが、

$$(1/32) \lambda / n_1 \leq d_1 \leq (3/16) \lambda / n_1、$$

または、

$$(17/32) \lambda / n_1 \leq d_1 \leq (11/16) \lambda / n_1$$

- 25 を満たす請求項 1 または 2 に記載の光学的情報記録媒体。

10. 前記透過率調整層の厚さ d_1 が、5 nm～30 nmの範囲内または80 nm～100 nmの範囲内である請求項1または2に記載の光学的情報記録媒体。

5 11. 前記記録層が、組成式

$\text{Ge}_a\text{Sb}_b\text{Te}_{3+a}$ (但し、 $0 < a \leq 2.5$ 、 $1.5 \leq b \leq 4$)

で表される材料からなる請求項1または2に記載の光学的情報記録媒体。

10 12. 前記記録層が、組成式

$(\text{Ge}-\text{M1})_a\text{Sb}_b\text{Te}_{3+a}$ (但し、M1はSnおよびPbからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素であり、 $0 < a \leq 2.5$ 、 $1.5 \leq b \leq 4$)

で表される材料からなる請求項1または2に記載の光学的情報記録媒体

15 .

13. 前記記録層が、組成式

$(\text{Ge}_a\text{Sb}_b\text{Te}_{3+a})_{100-c}\text{M2}_c$ (但し、M2はSi、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Se、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、In、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、AuおよびBiからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素であり、 $0 < a \leq 2.5$ 、 $1.5 \leq b \leq 4$ 、 $0 < c \leq 20$)

で表される材料からなる請求項1または2に記載の光学的情報記録媒体。

25

14. 前記記録層が、組成式

$(\text{Sb}_x\text{Te}_{100-x})_{100-y}\text{M}_3y$ (但し、M₃はAg、In、Ge、Sn、Se、Bi、AuおよびMnからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素であり、 $50 \leq x \leq 95$ 、 $0 < y \leq 20$)

で表される材料からなる請求項1または2に記載の光学的情報記録媒体
5。

15. 前記記録層の厚さが1nm～9nmの範囲内である請求項1または2に記載の光学的情報記録媒体。

10 16. 前記反射層が、Ag、Au、CuおよびAlからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素を含み、

前記反射層の厚さd₂が、3nm～15nmの範囲内である請求項14に記載の光学的情報記録媒体。

15 17. 前記記録層と前記反射層との間に配置された上側保護層をさらに備え、

前記上側保護層が、TiO₂、ZrO₂、ZnO、Nb₂O₅、Ta₂O₅、SiO₂、Al₂O₃、Bi₂O₃、C-N、Ti-N、Zr-N、Nb-N、Ta-N、Si-N、Ge-N、Cr-N、Al-N、Ge-
20 -Si-N、Ge-Cr-N、ZnS、SiCおよびCからなる群より選ばれる少なくとも1つを含む請求項15に記載の光学的情報記録媒体。

18. 前記上側保護層の屈折率n₃および厚さd₃と前記波長λとが
25、

$$(1/64) \lambda / n_3 \leq d_3 \leq (15/64) \lambda / n_3$$

を満たす請求項 17 に記載の光学的情報記録媒体。

19. 前記上側保護層の厚さ d_3 が、 $2\text{ nm} \sim 40\text{ nm}$ の範囲内である請求項 17 に記載の光学的情報記録媒体。

5

20. 前記第上側保護層と前記記録層との界面に配置された界面層をさらに備え、

前記界面層が C-N、Ti-N、Zr-N、Nb-N、Ta-N、Si-N、Ge-N、Cr-N、Al-N、Ge-Si-N、Ge-Cr-N および C からなる群より選ばれる少なくとも 1 つを含む請求項 17
10 に記載の光学的情報記録媒体。

21. 前記第 1 の情報層は、前記記録層よりも前記入射側に配置された下側保護層をさらに備える請求項 15 に記載の光学的情報記録媒体。

15

22. 前記下側保護層と前記記録層との界面に配置された界面層をさらに備え、

前記界面層が C-N、Ti-N、Zr-N、Nb-N、Ta-N、Si-N、Ge-N、Cr-N、Al-N、Ge-Si-N、Ge-Cr-N および C からなる群より選ばれる少なくとも 1 つを含む請求項 21
20 に記載の光学的情報記録媒体。

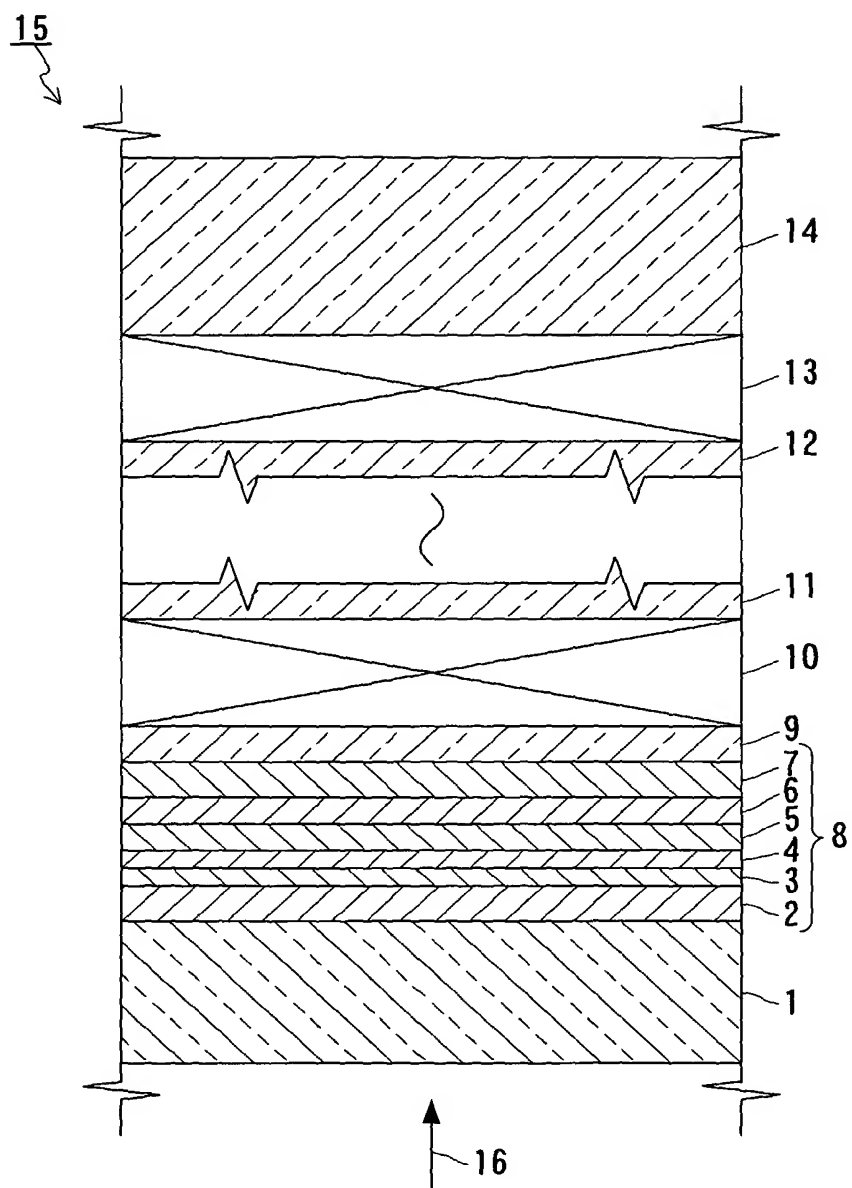


Fig. 1

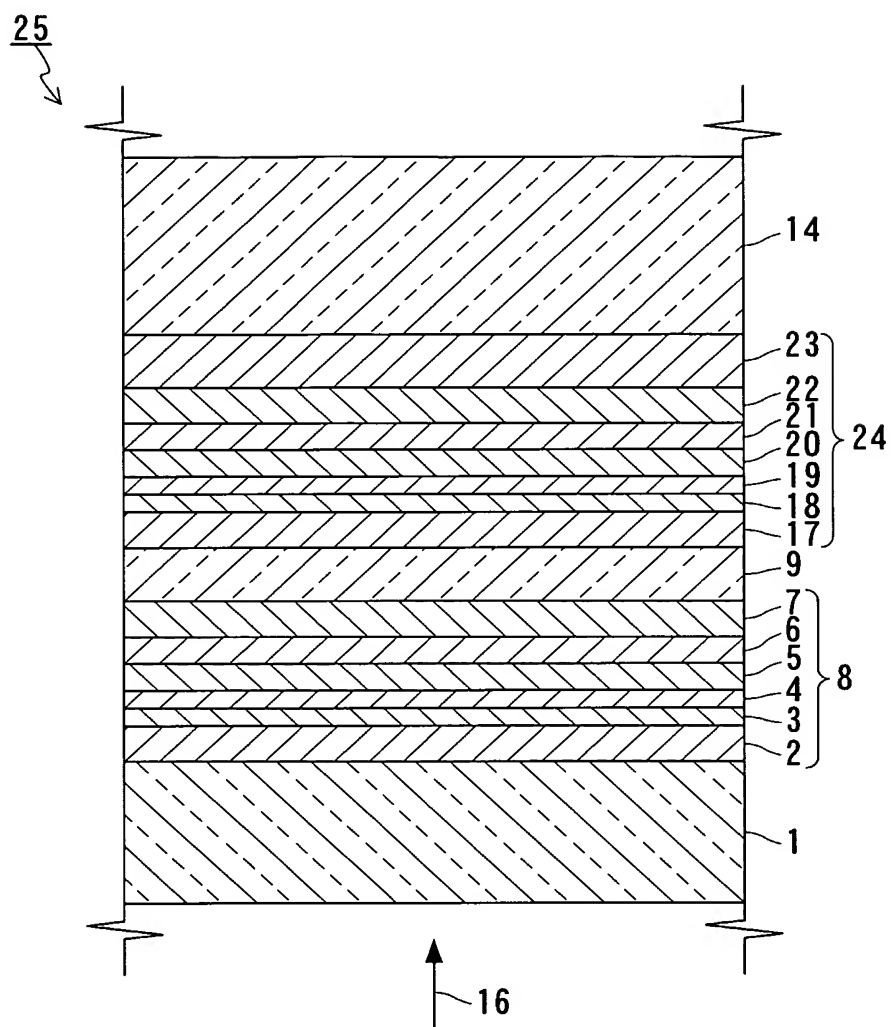


Fig. 2

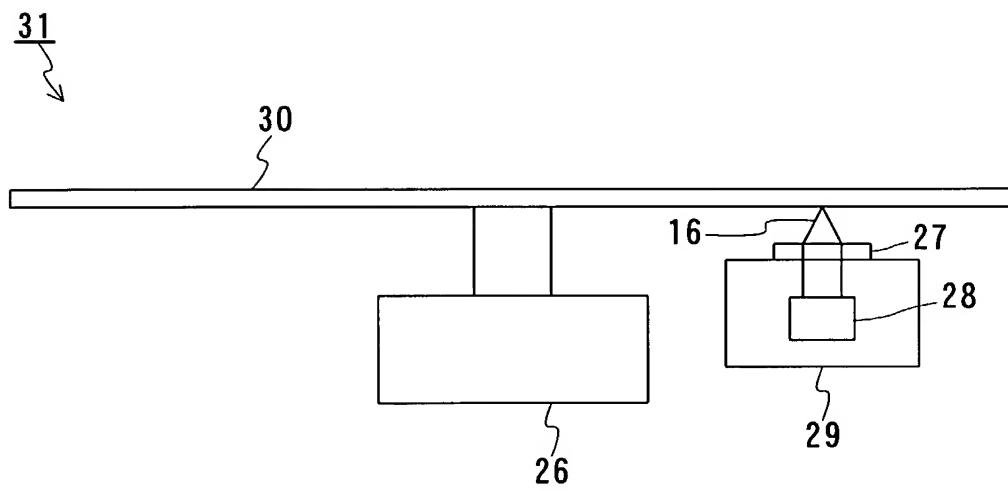


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/02099

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B7/24, G11B7/004, B41M5/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B7/24, G11B7/004, B41M5/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-243655 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 September, 2001 (07.09.01), Full text; all drawings & US 2001/0005350 A	2, 5-7, 9-22
X	JP 2000-222777 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 11 August, 2000 (11.08.00), Full text; Figs. 7, 8 & EP 1005036 A & CN 1254914 A & KR 2000035689 A	2, 5-7, 9-22
E, X	JP 2002-144736 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 May, 2002 (22.05.02), Full text; all drawings (Family: none)	2, 5-7, 9-22



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 June, 2002 (19.06.02)

Date of mailing of the international search report

02 July, 2002 (02.07.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/02099

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-235733 A (Sony Corp.), 29 August, 2000 (29.08.00), Full text; all drawings (Family: none)	2, 5-7, 9-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/02099

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 1, 3, 4, 8
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
The feature satisfying " $46 < Tc1$ and $46 < Ta1$ " and $1.5 \leq (n1 - n2)$ and $1.5 \leq (k2 - k1)$ is not supported by in the description (example 9, etc.).
(No meaningful international search of claims 5 to 7 and 9 to 22 referring to claim 1 can be carried out.)
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B7/24,
G11B7/004, B41M5/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B7/24,
G11B7/004, B41M5/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2002年
日本国登録実用新案公報 1994-2002年
日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ *	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-243655 A (松下電器産業株式会社) 2001.09.07 全文, 全図 & US 2001/0005350 A	2, 5-7, 9-22
X	JP 2000-222777 A (松下電器産業株式会社) 2000.08.11 全文, 【図7】、【図8】 & EP 1005036 A & CN 1254914 A & KR 2000035689 A	2, 5-7, 9-22

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.06.02

国際調査報告の発送日

02.07.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
馬場 慎



5D 9743

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, X	J P 2002-144736 A (松下電器産業株式会社) 2002.05.22 全文, 全図 (ファミリーなし)	2, 5-7, 9-22
A	J P 2000-235733 A (ソニー株式会社) 2000.08.29 全文, 全図 (ファミリーなし)	2, 5-7, 9-22

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☒ 請求の範囲 1, 3, 4, 8 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
「 $46 < Tc1$ 且つ $46 < Ta1$ 」を満たし、 $1.5 \leq (n1 - n2)$ 且つ $1.5 \leq (k2 - k1)$ を満たす点は、明細書 (実施例9) 等に記載されていない。
(請求の範囲5-7, 9-22において、請求の範囲1を引用したものは有意義な国際調査をすることができない。)
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

PUB-NO: WO003025922A1
DOCUMENT-IDENTIFIER: WO 3025922 A1
TITLE: OPTICAL INFORMATION
RECORDING MEDIUM
PUBN-DATE: March 27, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NISHIHARA, TAKASHI	JP
KOJIMA, RIE	JP
YAMADA, NOBORU	JP

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	JP
NISHIHARA TAKASHI	JP
KOJIMA RIE	JP
YAMADA NOBORU	JP

APPL-NO: JP00202099
APPL-DATE: March 7, 2002

PRIORITY-DATA: JP2001276281A (September 12, 2001)

INT-CL (IPC): G11B007/24 , G11B007/004 ,
B41M005/26

EUR-CL (EPC) : G11B007/24

US-CL-CURRENT: G9B/7.139 , G9B/7.142 ,
G9B/7.186 , G9B/7.19

ABSTRACT:

CHG DATE=20031129 STATUS=C>An optical information recording medium for recording and reproducing information by applying a laser beam having a wavelength λ not greater than 450 nm comprises a substrate 14 and a plurality of information layers. A first information layer 8 nearest to the laser beam incident side among the information layers includes a recording layer 4, a reflection layer 6, and a transmittance adjusting layer 7. The transmittance T_{cl} % of the first information layer 8 at wavelength λ when the recording layer 4 is a crystal phase and the transmittance T_{al} % of the first information layer 8 at wavelength λ when the recording layer 4 is an amorphous phase satisfy $46 < T_{cl}$ and $46 < T_{al}$. Moreover, the refractive index n_1 and the extinction coefficient k_1 at wavelength λ of the transmittance adjusting layer 7 and the refractive index n_2 and the extinction coefficient k_2 at wavelength λ of the reflection layer 6 satisfy $1.5 \leq n_1 - n_2$ and $1.5 \leq k_2 - k_1$.